BIJDRAGEN

te zenden aan den Secretaris der Redactie-Commissie

Dr. P. F. HUBRECHT, Heerengracht 19, den Haag.

UNIVERSITY OF
ILLINOIS LIBRARY
AT URBANA-CHAMPAIGN
GEOLOGY

VERHANDELINGEN

VAN HET

GEOLOGISCH-MIJNBOUWKUNDIG GENOOTSCHAP

VOOR

NEDERLAND EN KOLONIËN.

GEOLOGISCHE SERIE.

DEEL III.

1916.

TEVENS FEESTUITGAVE TER GELEGENHEID VAN HET

25-JARIG HOOGLEERAARS-JUBILEUM

VAN

Dr. G. A. F. MOLENGRAAFF.

's-GRAVENHAGE — MOUTON & Co. — 1916.

AAN

GUSTAAF ADOLF FREDERIK MOLENGRAAFF

DEN HOOGGESCHATTEN LEERMEESTER,
DEN KRACHTIGEN BEVORDERAAR DER GEOLOGISCHE WETENSCHAP,
DEN ONVERMOEIDEN TERREINGEOLOOG,

BIJ GELEGENHEID VAN ZIJN

25-JARIG HOOGLEERAARS-JUBILEUM.

550
N284V
v. 3

INHOUD.

Bladz.

Voorwoord. VII

Over uitgestorven vogels der Chatham-eilanden, door J. F. van Bemmelen 1

Is de kennis der recente Ostracoden van belang voor de studie der palaeozoische? door J. H. Bonnema, (met Plaat I) 15

Het geslacht Aechmina, Jones et Holl, door J. Botke (met Plaat II) . 21

Geologische verkenningen in de Oostelijke Molukken, door H. A. Brouwer, (met Plaat III) 31

Het zwavelvoorkomen van den Kawah Idjen, door M. H. Caron, (met Platen IV—VII). 57

Het caldeira-probleem, door N. Wing Easton 65

Beschouwingen over het opvullings-mechanisme van diepzee-slenken, door B. G. Escher 79

Eenige merkwaardige gesteenten van Billiton, door Ch. Th. Groothoff, (met Plaat VIII) 89

De ouderdom der Transvaalsche karroolagen, door E. C. N. van Hoepen 107

Eene nieuwe Ostracode uit de bovensilurische mergel van Mulde op Gotland, door W. N. Kuiper, (zie Plaat II) 119

De vennen van Oisterwijk in Noord-Brabant, door J. Lorié . . . 123

Over ijzerconcreties en lateriet in Nederlandsch-Indië, door E. C. Jul. Mohr 133

Vier dwarsprofielen door de tertiaire mergelzone tusschen Soerabaja en Ngawi door L. Rutten, (met Plaat IX) 149

Een kinetisch op-te-vatten kristalstructuur, door A. L. W. E. van der Veen 153

Een palaeogeographische gevolgtrekking in verband tot de kristallijne schisten-formatie van Midden Celebes, door E. C. Abendanon . 171

VOORWOORD.

Het denkbeeld, een FEESTUITGAVE samen te stellen bij de herdenking van den dag, waarop Dr. G. A. F. MOLENGRAAFF een kwart eeuw geleden benoemd werd tot Hoogleeraar, oorspronkelijk in Indië uitgegaan van Dr. H. A. BROUWER. M. I. en door hem nader besproken met F. A. H. WECKHERLIN DE MAREZ OYENS, M. I. en M. H. CARON. M. I., mede oud-leerlingen van den Jubilaris en met Dr. E. C. JUL. MOHR te Buitenzorg, werd daarna ook in het Moederland ter kennis gebracht van oud-leerlingen en vrienden van den Hoogleeraar.

Verschillende omstandigheden, waaronder wel in de eerste plaats de in de laatste maanden zeer gebrekkige en langdurige communicatie met onze Oost Indische koloniën, waren echter oorzaak dat de oproep eerst betrekkelijk laat kon worden verzonden, waardoor menigeen, die gaarne een bijdrage zou hebben geleverd, tengevolge van tijdsgebrek daartoe niet in de gelegenheid was. Daarenboven werd een in Indië werkzame oud-leerling door directioneele bedenkingen, en een der „vaders" van het plan door particuliere redenen verhinderd aan den opbouw van de feestuitgave mede te werken.

De bijdragen zijn zoo goed als alle ontleend aan de wetenschap, in welker bevordering de Jubilaris zijn levensdoel heeft gezocht en gevonden, — slechts het eerste stuk maakt daarop een uitzondering, ofschoon ook dit in zekeren zin samenhangt met geologische problemen.

Lag het oorspronkelijk in de bedoeling de uitgaaf in Indië te bezorgen, daarvan moest worden afgezien, wilde men verschillende bijdragen van in Nederland wonende medewerkers nog opnemen. De commissie, die zich aldaar gevormd had om den jubileumsdag feestelijk te herdenken, nam daarom de zorg voor de publicatie op zich, die, door de zeer gewaardeerde medewerking van het Geologisch-Mijnbouwkundig Genootschap voor Nederland en Koloniën, verschijnt als afzonderlijk (derde) deel van de Verhandelingen der Geologische Sectie van dat Genootschap.

OVER UITGESTORVEN VOGELS DER CHATHAM-EILANDEN.

DOOR

J. F. VAN BEMMELEN.

I.

Tengevolge van het besluit der Nederlandsche stoomvaart-maatschappijen, om geen mailbooten meer door het Suez-kanaal te laten varen, is weer een dergelijke toestand ingetreden als voor meer dan driehonderd jaren, toen de Hollandsche Oost-Indie-vaarders om de Kaap stevenden. Naar alle waarschijnlijkheid echter zal daarbij thans niet meer het door onze zeelui Mauritius gedoopte eiland worden aangedaan, en zullen de Hollandsche matrozen zich dus niet meer kunnen overtuigen, dat de Dodo en tal van andere vogels, die hunne voorvaderen er aantroffen en . . . . wegvingen, voor goed zijn verdwenen.

Voor schrijver dezes heeft die verandering in de vaartrichting tengevolge gehad, dat de uit Indië tot hem gerichte uitnoodiging om aan dit gedenkboek mede te werken, hem eerst medio Maart bereikte, terwijl de uiterste termijn van inzending op 15 April bleek gesteld. Waar hij deze gelegenheid om een openbaar blijk te geven van zijn vriendschap en bewondering voor dengene, aan wien dit boek is opgedragen, niet gaarne ongebruikt zou laten voorbijgaan, restte hem slechts eene mogelijkheid, te weten een opstel aan te bieden, dat toevallig onvoltooid in portefeuille was gebleven.

De opzet en de inleiding van het navolgende stukje zijn n.l. ontworpen in 1897, als laatste der populair-wetenschappelijke causerieen, die sedert 1893 in het dagblad de Javabode verschenen. Het was bestemd als vervolg en slot op een reeks opstellen over „Uitgestorven en uitgeroeide vogels", waarvan No. 1 en 2 over den Solitaire van Rodriguez, 3 over den Dodo van Mauritius, en 4 over andere Mascareensche vogels handelden. Het bleef onvoltooid, omdat aan de betrekkingen tot de Javabode een eind werd gemaakt.

Bij 't nagaan der sedert de laatste twintig jaar verschenen literatuur over de Avifauna der Zuidzee-eilanden, bleek dat de herkomst dier vogelwereld nog steeds een onopgelost vraagstuk is, waarvan de bespreking dus niet noodwendig verjaard en overbodig geacht behoeft te worden.

Maar wel bestaat er een ander bezwaar, dat niet valt te ontgaan of op te heffen: het onderwerp, hoezeer het zich schijnt te beperken tot de vogels van een paar eenzame oceanische eilandjes, blijkt ten slotte zoo veelzijdig en diepgaand, dat het leidt tot de hypothese van 't voormalig bestaan eener Antarctische continentale landmassa, die het uitstralingsmiddelpunt vormde voor de oudere bestanddeelen in fauna en flora van de werelddeelen bezuiden den evenaar.

Natuurlijk is er geen sprake van, zoodanige quaestie in haar geheel kritisch te behandelen. Dit is trouwens ook onnoodig, want meer bevoegden hebben haar in talrijke publicaties tot een onderwerp van bespreking gemaakt. Maar zelfs een overzicht der opvattingen van die talrijke autoriteiten zou niet slechts de krachten van den schrijver, maar ook de noodzakelijke grenzen van zijn opstel verre te boven gaan: hij dient zich te beperken tot de in den titel genoemde vogelwereld der Chatham-eilanden.

Moge de goedgunstige lezer, bewogen over het droevig lot der weerlooze bewoners van die aardplekjes, zijn medelijdende goedertierenheid ook uitstrekken tot den auteur dezer regelen. En moge hij in ieder geval bij 't lezen der inleiding bedenken, dat deze twintig jaar geleden werd geschreven, en thans geheel onveranderd is gelaten, zoodat hare opmerkelijke toepasselijkheid op de huidige wereldramp zuiver toeval is.

II.

„Menschelijke dodo's", zoo noemde iemand de rampzalige inboorlingen der Chatham-eilanden, toen hij de huiveringwekkende geschiedenis hoorde van hunnen ondergang binnen enkele jaren, tengevolge van den inval eener bende Nieuw-Zeelanders op hunne wel liefelijke, maar niet te ontvluchten en geen schuilplaats biedende eilandjes. Even weerloos toch als de logge, vleugellamme grondduiven van Mauritius, en even onvatbaar zelfs voor het begrip van zelfverdediging tegen andere levende wezens, schijnen de Morioris, zoo noemden zich die arme beklagenswaardige eilandbewoners, tot 1835 een idyllisch bestaan te hebben gevoerd, onbekend met het gebruik van wapenen of landbouwwerktuigen, zich gemakkelijk en rijkelijk voedend met de talrijke zeevogels, die hunne rotskusten als broedplaatsen bezochten, en met den onuitputtelijken rijkdom aan visschen van den voor hen grenzeloozen oceaan. Die zee vormde den gezichtseinder van hun bestaan, zoowel als van hun blik, schijnbaar beschermde zij hen tegen alle gevaar.

Geslacht op geslacht leefde in volmaakte rust en vrede, onbewust van 't bestaan van vijandelijke en verderfelijke machten, behalve dat misschien een enkele maal een vloedgolf over hunne stranden heenvaagde en eenige hunner meesleepte.

Maar in 't laatst der achttiende eeuw dook uit de zee een wonderbaarlijke verschijning op, een groot gevaarte met blanke zeilen aan hooge masten, waaruit mannen met witte gezichten en geheel bekleede lichamen te voorschijn kwamen, die naar het land voeren en daar een vlag plantten, waarbij zij wonderlijke voorwerpen afschoten, die geweldig knalden. Een der eilandbewoners werd zelfs door die vuurspuwende donderbussen gedood, maar het vreemde vaartuig met de witgezichten voer spoedig weer weg, zonder verder onheil aan te richten.

Het was een Engelsch oorlogsvaartuig geweest, Chatham genaamd, dat de eilanden had ontdekt en er de Britsche vlag geheschen, waarbij het zijn naam aan de groep schonk.

Zulke verschijningen uit de zee herhaalden zich echter sedert dien tijd hoe langer hoe vaker; walvischvaarders begonnen de Chatham-eilanden als ververschingsplaats te gebruiken, daar de tallooze zeevogels een goeden proviand van versch vleesch verstrekten. Veel goeds zullen zij den inlanders wel niet gebracht hebben, maar zoo zij hun al geschaad hebben, had dit in alle gevalle niets te beduiden bij de groote ramp, die in 1835 over de eilanden kwam. Toen dook wederom een schip uit zee op, ook ditmaal bestuurd door witte mannen, maar verder volgepropt met donkere wezens gelijk aan de Morioris zelf, slechts verschillend van hen door 't bezit van wapens. Die scharen werden op 't eiland ontscheept en bleven er, terwijl het schip weer in den horizont verzonk, om echter na betrekkelijk korten tijd ten tweede male op te doemen, en opnieuw eene volle lading van naakte zwarten op 't strand uit te storten.

Die wierpen zich op al wat het eiland eetbaars opleverde: vogels en kreeften, visschen en schelpdieren, schildpadden en eieren en ook... op de Morioris. Zij maakten hen tot vee, in den letterlijksten zin van 't woord, niet slechts tot last- en arbeidsdieren maar ook tot slachtvee. Bij vijftig tegelijk werden de ongelukkigen gebraden in groote ovens, geheele strandvlakten lagen vol met de lijken der verslagenen, wanneer hunne overweldigers een groot feestmaal aanrichtten. Binnen vijf jaren was de geheele Moriori-bevolking tot op een 150-tal weggesmolten, dat, mishandeld en afgebeuld, met gebogen ruggen en geknikte knieën, tot zekeren ondergang gedoemd was. Want ofschoon daarna, door tusschenkomst der Engelschen, aan deze ongehoorde menschenslachterij een eind schijnt gekomen, heeft de Moriori-bevolking zich niet weer kunnen herstellen, en is thans zoo niet reeds geheel uitgestorven toch tot enkele gezinnen beperkt.

Wie waren deze afschuwelijke roofvogels, die op het ongelukkige eilandje neergestreken kwamen, en hoe hadden zij het uitgevonden? Inboorlingen van Nieuw-Zeeland waren het, Maori's van een stam op 't noordelijkste der twee eilanden, waaruit dat groote wonderlijk geisoleerde Zuidzee-land bestaat. De geschiedenis van dien rooftocht klinkt zoo vreemd

en Middeleeuwsch, dat men eerder gelooven zou een verhaal uit de dagen der Noormannen dan uit onzen tijd te lezen.

Overwonnen en verdrongen in den strijd met een anderen stam, hadden zij met begeerte geluisterd naar de verhalen van enkele hunner, die aan boord van walvischvaarders de Chatham-eilanden bezocht hadden, en vertelden, hoe daar slechts ongewapende weerlooze menschen woonden, en het er wemelde van vette zeevogels en allerlei ander heerlijk eten. De lust om daarheen over te steken was groot bij hen, die uit hun eigen land verdreven waren, maar het ontbrak hun aan zeevaardige vaartuigen.

Juist op dat oogenblik speelde een noodlottig toeval hun een Europeesch vaartuig in handen; een Engelsche koopvaarder deed hun strand-dorp aan, en de kapitein liet zich door hen op een eilandje lokken onder voorwendsel van een lading, die zij daar voor hem ter beschikking hadden. Met den dood bedreigd, zoo hij hen niet naar de Chatham-eilanden overbracht, stemde hij toe, en volbracht ook werkelijk zijne belofte; zelfs moest hij tweemaal heen en weer varen om den geheelen stam over te brengen.

Thans zijn de nakomelingen dier Maori's ook reeds hard op weg om het lot der Moriori's te deelen, en van het tooneel der gruweldaden hunner vaderen te verdwijnen. Wat zij voor de Moriori's waren, dat is de alcohol der Europeanen voor hen, een zekere en snelle verderver. Ondertusschen heeft zich een vreedzame bevolking van Europeesche schapenteelers op de vruchtbare en liefelijke eilandjes neergelaten en ontwikkeld, zoodat thans vrede en welvaart heerscht, waar slechts een halve eeuw geleden de rampzalige inboorlingen bij heele kudden werden geslacht en geroosterd.

Vrede en rust, hoe liefelijk klinken die woorden, hoe voelt men een verlangen in zich wakker worden, om zulk een idyllisch bestaan op een klein Oceanisch eiland mee te gaan genieten, ver van het gejaagde benauwende gewoel en gedrang der groote maatschappij, buiten den fellen meedoogenloozen strijd om 't bestaan, vrij van den haat en nijd der mededinging, van de hartstochten der politiek, niet meegesleept in groote oorlogen, niet gedwongen tot gehoorzaamheid aan tegen zijn zin gestelde machten.

Vreedzaam en rustig, hoe heerlijk . . . Zoolang als 't duurt, maar hoe noodlottig als er verandering komt! Want weerloos schijnt het leven op kleine Oceanische eilanden ten slotte al hunne bewoners te maken, menschen zoo goed als vogels en andere dieren! Weerloos, en daardoor ten ondergang gedoemd!

Ook op de Chatham-eilanden zijn de Moriori's ten leste slechts door hetzelfde noodlot achterhaald, dat vóór hen tal van andere, veel oudere viervoetige en gevleugelde bewoners had getroffen. Vermoedelijk hadden zij zelf ten

opzichte dier anderen dezelfde rol van verderfbrengers vervuld, die de Maori's tegenover hen speelden. Ten minste, nog in 1891 wisten een paar oude leden van de enkele toen nog overschietende Moriori-gezinnen aan den natuuronderzoeker FORBES verhalen te doen van jachten op reusachtige, niet vliegende vogels, waarvan de herinnering hun uit hunne jeugd was bijgebleven, maar die thans reeds lang geheel waren uitgeroeid.

Juist om de overblijfselen dier vogels te zoeken, was FORBES naar de Chatham-eilanden overgestoken, en het is aan zijn levendige beschrijving, dat bovenvermelde bijzonderheden zijn ontleend. Hem was nl. op Nieuw-Zeeland een stuk vogelschedel vertoond, gevonden op de Chatham-eilanden, waarin hij tot zijne verbazing den kop van een rallensoort meende te herkennen, die eertijds op Mauritius, dus bijna aan de andere zijde van 't zuidelijk halfrond, had geleefd en vleugellam was geweest.

Onmiddellijk zag hij de groote wetenschappelijke belangrijkheid dier vondst in, en besloot daarom op de plaats zelf naar meerdere overblijfselen ook van andere diersoorten te gaan zoeken. Zijn onderzoek was voorspoedig, in zooverre als hij niet slechts van den Mauritius-ral, maar ook van verscheiden andere vogels, die niet meer op de Chatham-eilanden leefden, duidelijk herkenbare resten vond, en bovendien beenderen van den merkwaardigsten aller hagedissen: de Tuatara of Sphenodon (Hatteria) van Nieuw-Zeeland. Daarentegen slaagde hij er niet in, bewijsstukken te ontdekken voor de bewering der oude Morioris omtrent het voorkomen van reusachtige Loopvogels. Dit laatste zou niet alleen op zichzelf een heel belangrijk feit geweest zijn maar ook nog in 't bijzonder den vroegeren samenhang tusschen de Chatham-eilanden en Nieuw-Zeeland hebben kunnen bewijzen, daar bedoelde Loopvogels wel niet anders zouden blijken geweest te zijn als Moa's, dat zijn de reuzen-struizen, die tot betrekkelijk kort geleden op Nieuw-Zeeland in meerdere soorten hebben bestaan. Dat vroegere verband met Nieuw-Zeeland, waarvoor de Moa's zeker 't sprekendste bewijs zouden geleverd hebben, is echter ook zonder dien reeds zoo waarschijnlijk, dat er moeilijk aan te twijfelen valt.

III.

Zeker kan de geographische verspreiding van uitgestorven en nog levende dieren op 't Zuidelijk halfrond, aanleiding geven tot verschillende gevolgtrekkingen omtrent de vroegere verdeeling van land en zee. Een dezer gevolgtrekkingen is, dat Nieuw-Zeeland, thans zoover van alle andere vasteland verwijderd, en slechts omringd door enkele kleine, wijd uiteen liggende eilandgroepjes, eenmaal deel uitmaakte van een groot vasteland, dat op zijne beurt weer gedurende eenigen tijd samenhang bezat met Oost-Australië. Voor die gevolgtrekking bestaan meer bewijzen dan enkel

het voorkomen der Tuatara-hagedis op de Chatham-eilanden. Zoo moeten er (volgens SIEVERS) vroeger op die eilanden Kiwi's (Apteryx) geleefd hebben, waarvan de laatste in 1835 werden gevangen.

Ook de merkwaardige Nieuw-Zeelandsche uilpapagaai of holenpapagaai (Stringops habroptilus) werd er gevonden; in 't geheel kwamen er veertig vogelsoorten voor, waarvan vijf en dertig tot Nieuw-Zeelandsche soorten, negen en dertig tot geslachten die ook op laatstgenoemd eiland voorkomen, behooren.

Veel minder aannemelijk echter klinkt de bewering, dat dit Nieuw-Zeelandsche vasteland eenmaal zou hebben samengehangen met de Mascarenen (Mauritius, Bourbon en Rodriguez), dus met een eilandengroep in de nabijheid van Madagascar.

Het meest bekend zijn die eilanden als de eenige woonplaats der Dodo's en van den Solitaire, d.w.z. van de buitengewoon omvangrijke, vleugellamme grondduiven, die er tot in de zeventiende en achttiende eeuw op bestaan hebben, maar geheel uitgeroeid zijn. Hun lot werd gedeeld door tal van andere vogels: gewone duiven, papagaaien, valken, zingvogels en verscheidene stelteloopers, zooals reigers, waterhoentjes en rallen, die alle het vliegvermogen geheel of gedeeltelijk verloren hadden.

Het zijn vooral de rallen, die de bijzondere aandacht der zoölogen getrokken hebben, en tot de bovenvermelde stoute hypothese omtrent een voormaligen samenhang tusschen Nieuw-Zeeland en de Mascarenen bijgedragen hebben.

Evenals omtrent den Dodo, zijn wij betreffende het uiterlijk van sommige der uitgestorven Mascareensche rallen 't een en ander te weten gekomen door merkwaardige mededeelingen in oude reisverhalen, en ook door onverwachte vondsten van afbeeldingen.

Immers in 1867 deed een Oostenrijksch zoöloog, de ridder VON FRAUENFELD, een allermerkwaardigste ontdekking in de particuliere bibliotheek des Keizers van Oostenrijk.

Men toonde hem nl. een verzameling van dieren-afbeeldingen, in olieverf op perkament geschilderd, naar de overlevering wilde door den Hollandschen schilder G. HOEFNAGEL, die in 't laatst der 16de eeuw in dienst was van Keizer RUDOLF II, een groot bevorderaar van kunst en wetenschap. Deze bezat o.a. een menagerie te Ebersdorf, zoodat het voor de hand ligt te denken, dat van deze afbeeldingen, die niet slechts de hand van een goed kunstenaar verrieden, maar ook zeer natuurgetrouw waren, het meerendeel naar levende voorbeelden was vervaardigd. Hiervoor pleitte wel het allermeest, dat aan enkele figuren, in tegenstelling met de overige, duidelijk viel te onderkennen hoe zij naar slecht opgezette, verdroogde of verwrongen huiden waren genomen, en enkele zelfs naar kunstproducten, zooals b.v. het geraamte van een draak, waarbij uit de teekening nog

met volkomen zekerheid bleek op te maken, dat een of andere falsaris het ding in elkaar had geknutseld uit een kattenskelet, waarvan de voorpooten waren verwijderd, terwijl in de ruggegraat de vinstralen van een visch waren ingeplakt.

In die verzameling nu vond FRAUENFELD twee bijzonder belangrijke platen, die onmiddellijk op elkaar volgden. De eerste stelde blijkbaar een dodo voor, maar afwijkend zoowel in vorm als in kleur van alle overige bestaande afbeeldingen. De tweede echter vertoonde een vogel, waarvan de wedergade nergens in eenig levend of opgezet exemplaar was te vinden, en evenmin in afbeeldingen, tenminste in goed herkenbare, voorkwam.

De gedaante is die van een Steltenlooper, met langen, spitsen, lichtgebogen snavel aan een vrij grooten kop, tamelijk langen gebogen hals, groot lichaam op rechte, stevige, niet bijzonder verlengde pooten, waaraan 4 lange krachtige teenen zonder zwemvliezen zijn bevestigd. Wat het dier echter op 't eerste gezicht van alle bekende Stelteloopers onderscheidt, is zijn vederkleed. Dit bestaat niet uit glad aanliggende stevige dek- of contourveeren, maar uit losse, ietwat opkrullende pluimen. Het allersterkst valt deze eigenaardige gesteldheid van het veerkleed in 't oog in de streek, waar bij een gewonen vogel de vleugel zit, van welk orgaan bij dit dier geen andere aanduiding is te ontdekken, dan dat de bedoelde pluimen op die plaats grooter zijn dan elders, en eenigszins in een bundel bijeen geplaatst, zoodanig dat hun toppen omlaag zijn gericht, 't geen schijnt te wijzen op vervormde slagpennen. Hierdoor is het wel duidelijk, dat het in de afbeelding voorgestelde dier niet heeft kunnen vliegen. FRAUENFELD aarzelde dan ook niet, zijn verhandeling te betitelen als: Neu aufgefundene Abbildung des Dronte *und eines zweiten Kurzflügeligen Vogels*, wahrscheinlich des „Poule rouge au bec de Bécasse" der Maskarenen.

Er bestaan n.l. in enkele oude verhalen van Hollanders, Franschen en Duitschers omtrent reizen naar de Maskareensche eilanden, berichten over (of ten minste primitieve afbeeldingen van) roode vleugellamme vogels, die gewoonlijk worden aangegeven als „hoenders", en van welke haast geregeld vermeld wordt, dat ze op 't gezicht van roode voorwerpen woedend werden, zoodat zij er blindelings op aanstormden en daarbij gemakkelijk waren dood te slaan. Niet slechts van de „poules rouges" wordt dat vermeld, maar ook van anders gekleurde, niet-vliegende, op hoenders gelijkende vogels. Het uitvoerigste verhaal over hunne eigenaardigheden geeft FRANÇOIS LEGUAT, de Gascoonsche balling van Rodriguez, dezelfde aan wiens beschrijvingen wij onze kennis danken omtrent de levenswijze van den Solitaire (Pezophaps Solitarius), het eenige familielid van den Dodo. LEGUAT spreekt van gélinottes, wat hazelhoenders beteekend, maar in de Hollandsche bewerking met hennetjes is vertaald.

Bij deze merkwaardige vondst kwam nu een tweede toeval. Omstreeks denzelfden tijd, dat FRAUENFELD zijne ontdekkingen deed in de keizerlijke bibliotheek te Weenen, was ALPHONSE MILNE EDWARDS te Parijs bezig aan het vergelijkend onderzoek van half-fossiele vogelbeenderen, die in groote hoeveelheden waren ontdekt in een moeras op Mauritius (la mare aux songes). Daaronder had hij een ondersnavel, een loopbeen en verscheidene scheenbeenderen gevonden, die behoord konden hebben aan éénzelfden vogel, die dan een vrij groot dier met krachtigen licht gebogen snavel en sterke ontwikkelde, tot loopen geschikte achterpooten moest geweest zijn, wiens verwantschapsbetrekkingen in de buurt der ral-achtige Stelteloopers lagen. Toen M. EDWARDS door bemiddeling van graaf MARCHALL kennis kreeg van de door VON FRAUENFELD ontdekte afbeelding, aarzelde hij niet de bedoelde beenderen toe te kennen aan den daarop voorgestelden vogel, en derhalve dezen te beschrijven onder den door FRAUENFELD voorgestelden geslachtsnaam: Aphanapteryx, terwijl de soortnaam „imperialis" volgens zijn meening behoorde vervangen te worden door den ouderen „Broeckei", die door SCHLEGEL was toegekend aan den door PIETER VAN DEN BROECKE naast een Dodo afgebeelden vleugellammen vogel met afgerond lichaam, en langen krommen puntigen snavel.

Het was nu met dezen ralachtigen vogel, die echter in hooge mate afwijkt van de gewone rallen, dat FORBES de vogelsoort der Chatham-eilanden, van welken hij een schedelfragment in handen kreeg, identiek achtte, terwijl hij in die overeenstemming een argument meende te mogen zien voor de hypothese, dat deze eilanden eertijds hadden saamgehangen met de Mascarenen.

Latere onderzoekers hebben de identiteit van de Mascareensche ral met die der Chatham's in twijfel getrokken, en aan de laatste een eigen geslachtsnaam: Diaphorapteryx toegekend. Deze generieke onderscheiding der twee toch altijd na verwante vormen zal wel juist zijn. Maar zelfs als de overeenstemming der twee dieren zoo groot ware, dat men er twee soorten van eenzelfde geslacht in mocht zien, zou daarmede voor den vroegeren samenhang van Chatham met de Mascarenen nog geen bewijs zijn geleverd.

Wat toch was, in de overeenkomst tusschen de twee vleugellamme rallen van Mauritius en de Chatham-eilanden, het element, waardoor FORBES dusdanig werd getroffen, dat hij er toe kwam de hypothese van een oorspronkelijken samenhang tusschen beide zoo ver van elkaar verwijderde eilanden door toedoen van een Antartisch continent te aanvaarden, ten einde die overeenkomst te verklaren.

De vleugellamheid op zichzelf kan het niet geweest zijn. Die toch zien wij optreden in allerlei groepen van vogels, waarvan de meerderheid tot vliegen in staat blijft: papagaaien, hoenders, duiven, reigers, koeten,

alken, duikers, en ook rallen. Op zich zelf kan vleugellamheid dus nimmer een bewijs van verwantschap zijn; ook dan, wanneer een aantal met dat gebrek behepte vogelsoorten blijkbaar natuurlijke groepen vormen, waarin geen enkele vliegende vorm plaats vindt, zooals twee- en drieteenige struizen, casuarissen, moa's, pinguins, kan dit op geen andere wijze verklaard worden dan door aan te nemen, dat in vroegere aardperioden wel degelijk met vliegvermogen begaafde voorouders dier families hebben bestaan, maar van deze geen andere dan vleugellamme nakomelingen zijn overgebleven. Deze natuurlijke groepen van uitsluitend vleugellamme vogels zijn dus vergelijkbaar met het geval der Walvischachtigen onder de Zoogdieren, wier afstamming van viervoetige, behaarde landbewoners wij ook met zekerheid mogen aannemen, zonder dat wij echter anders dan door hypothese kunnen uitmaken, wanneer, waar en hoe die voorouders leefden, en welken lichaamsbouw zij bezaten.

Vleugellamheid moet natuurlijk van den aanvang van 't vogelbestaan af telkens weer zijn opgetreden. Voor die logisch noodzakelijke gevolgtrekking bezitten wij trouwens de tastbare bewijzen. Zoo toonen de fossiele overblijfselen van Hesperornis, een der „Tandvogels" uit het Krijttijdperk, dat dit groote dier wel goed kon zwemmen, maar in 't geheel niet kon vliegen, daar zijn vleugels zeer sterk waren achteruitgegaan. Hoofdzakelijk om die reden meende MARSH, dat hij Hesperornis een „zwemmende struis," mocht noemen, maar andere autoriteiten zijn niet overtuigd dat de gelijkenis met de Ratitae op verwantschap zou berusten, en plaatsen de „Odontolcae" in de buurt der Duikers en Futen.

Verder zijn in 't Mioceen van Patagonie skeletten gevonden van Phororhacus, een reusachtigen, verscheurenden, kraanvogelachtigen vogel, met geweldige pooten maar zwakke vleugels, wiens kop grooter werd dan die van een paard, en die in de levende vogelwereld nog een verwant bezit, den veel kleineren Seriama. Deze is eveneens een hoogbeenige vogel, die voornamelijk loopt, maar nog wel vliegen kan. Merkwaardigerwijze bewoont ook hij Zuid-Amerika.

In dat zelfde werelddeel vindt men tenslotte ook nog de Tinamoe's, eveneens vogels van middelbare grootte en zwak vliegvermogen, die in hun habitus het midden houden tusschen rallen en hoenders, maar door hun anatomischen bouw hun verwantschap verraden met de drieteenige struizen, in 't bijzonder met de Nandoes van Zuid-Amerika. Voor deze vliegende verwanten der Loopvogels schijnt het vliegvermogen zelfs gevaarlijk en schadelijk te zijn, daar zij zoo onstuimig en onbesuisd van den grond opstuiven, dat zij zich dikwijls tegen opstekende voorwerpen doodvliegen.

Tusschen Tinamoes en Nandoes bestaat eenigszins dezelfde verhouding als tusschen Seriama's en Phororhacus, maar ook tusschen Duiven en

Dodo's, Waterrallen en Aphanapteryx. In alle vier de gevallen zien wij den lichaamsomvang toegenomen, hand in hand met den achteruitgang in 't vliegvermogen. Hoe verkeerd het echter zou zijn, dit verband als noodwendig te beschouwen, blijkt wel uit de betrekking tusschen de uitgestorven Nieuw-Zeelandsche Moa's, waarvan sommige tenminste reusachtig waren, en de nog aldaar levende, met hen verwante Kiwi's, die wel veel kleiner zijn dan zelfs de minst groote der Moa-soorten, maar evengoed als deze hun vliegvermogen volslagen hebben verloren.

Vleugellamheid ontstond dus telkens weer onder den invloed van bijzondere omstandigheden, van welke wij ons wel eenige voorstelling kunnen maken, maar toch slechts bij benadering. ABEL (Palaeobiologie) somt vier oorzaken op, waardoor vogels er toe zouden komen om het vliegen af te leeren. Ten eerste het loopen in groote, boomlooze vlakten; ten tweede het zwemmen, vooral wanneer daarmede het wonen op vogelrotsen verbonden ging; ten derde het leven op den grond in dichte bosschen; ten vierde de isolatie op eilanden.

Bepaaldelijk het verblijf op kleine, ver van 't vasteland verwijderde eilanden, waarop roofdieren ontbraken, moet ten allen tijde een belangrijke factor geweest zijn, om het vliegvermogen te doen achteruitgaan. Toch moet men ABEL toegeven, dat dit moeilijk de eenige aanleiding tot het optreden van vleugellamheid kan gevormd hebben. Immers de struizen (twee- en drieteenige) en casuarissen leven in de drie groote continenten van 't Zuidelijk halfrond, die met oceanische eilanden de sterkst denkbare tegenstelling vormen, en alles behalve vrij van roofdieren zijn. Aan te nemen, dat zij uit vliegende vormen zijn ontstaan in een tijd, toen deze continenten nog niet met de landmassa's van 't Noordelijk halfrond samenhingen en nog geen roofdieren herbergden, en dat, toen deze laatste van uit die Noordelijke continenten hun intocht deden, de Loopvogels zich door adaptatie aan 't leven in onherbergzame woestijnen tegen uitroeiïng hebben kunnen vrijwaren, lijkt mij niet onzinnig, maar toch zeer gewaagd.

Ter verklaring van de geographische verspreiding der Casuarissen, die behalve op Nieuw-Guinea en in Australië, ook op een aantal omliggende eilanden zooals Ceram, Waigeoe, Salawatti, Jobi en Aroe worden aangetroffen, en wel zoo, dat ieder dier eilanden een andere soort herbergt, waarvan sommige ook op 't vasteland voorkomen, is zelfs de onderstelling gemaakt dat die eilanden vroeger met Nieuw Guinea samenhingen, en toenmaals casuarissen over dat geheele gebied verspreid waren. Nog vóór de afscheiding der eilanden moeten deze casuarissen in verschillende soorten gedifferentieerd zijn geweest, maar die differentiatie moet natuurlijk doorgegaan zijn na de afsplitsing, en zelfs door de daardoor teweeggebrachte isolatie bevorderd zijn. Het verlies van 't vliegvermogen echter moet reeds vóór de verbrokkeling van het verspreidings-

gebied hebben plaatsgevonden, anders konden de verschillende casuarissoorten juist in die eigenaardigheden, welke met de vleugellamheid in verband staan, niet zoo nauwkeurig met elkaar overeenkomen.

Iets dergelijks mag m.i. aangenomen worden ter verklaring van het feit, dat op elk der Mascareensche eilanden een vleugellamme grondduif uit de familie der Dididae heeft bestaan. Maar hier is 't verschil tusschen den Solitaire van Rodriguez en den Dodo van Mauritius van dien aard, dat men den eerstgenoemde tot een ander geslacht (Pezophaps) dan den laatste (Didus) rekent. Het lijkt mij dus wel geoorloofd de vraag te stellen, of niet op het tijdstip, toen Rodriguez gescheiden raakte van 't overige Mascareensche gebied, de voorouders der Dididae nog tot zekere mate vliegen konden, zoodat zij eerst na de verbrokkeling en verkleining van hun woongebied dit, zij het toen reeds zwakke, vliegvermogen geheel kwijt raakten.

Voor de Kiwi's en Moa's van Nieuw-Zeeland neemt Wallace (Island life 2de ed. p. 479) zelfs een opeenvolging van drie verschillende gesteldheden van hun verspreidingsgebied aan: eerst een groot samenhangend land, in den trant van 't hedendaagsche Nieuw-Guinea of Australië, waarop een familie van tot de Struisachtigen of Loopvogels (Ratitae) behoorende vogels (die vermoedelijk toen nog eenigszins konden vliegen) zich vrij en onbelaagd kon ontwikkelen en specialiseeren. Daarop een verdeeling van dit gebied in een aantal kleinere eilanden, op welke verschillende leden dier familie zich verder differentieerden tot bijzondere soorten en zelfs geslachten, terwijl alle het waarschijnlijk reeds zeer gebrekkig geworden vliegvermogen geheel verloren. Ten slotte de hereeniging dier eilanden tot één gebied: een grooter Nieuw-Zeeland, dat echter daarna weer inkromp, omdat het van de randen af steeds kleiner werd, zoodat nog slechts enkele tamelijk veraf liggende eilandjes van zijn vroegere uitgebreidheid getuigen: Chatham's, Norfolk, Lord Nares, Auckland, Campbell, Antipodes, Bounty.

Alleen door zulk een afwisseling van archipelagische uitbreiding en concentreerende inkrimping, meende Wallace een verklaring te kunnen geven voor het merkwaardige en onder de Ratiten eenige feit, dat op een betrekkelijk klein gebied als het huidige Nieuw-Zeeland niet minder dan elf verschillende soorten van Moa's bijeen hebben geleefd, van zeer afwisselende lichaamsgrootte, en daarbij van elkaar onderscheiden door de mate van achteruitgang hunner vleugels, aangezien sommige nog rudimenten daarvan bezaten, terwijl die bij andere volslagen verdwenen waren.

Evenmin als de isolatie, geeft de zwemmende levenswijze op zichzelf een voldoende verklaring voor 't verlies van 't vliegvermogen. De meeste zwemvogels toch zijn goede of zelfs uitstekende vliegers, en onder de betrekkelijk weinige, die deze bewegingswijze geheel opgegeven hebben,

kunnen wij twee diametraal tegenovergestelde wijzen, waarop dit heeft plaats gevonden, onderscheiden.

Merkwaardigerwijze vallen deze samen met een even groot verschil in woonplaats, daar de Alken thuis behooren nabij de Noord-, de Pinguins rondom de Zuidpool.

De eerste toch zwemmen met hun achterpooten, en gebruiken de korte vleugeltjes als roer, de laatste daarentegen hebben hunne vleugels tot roeiriemen vervormd, en sturen met hunne pooten.

Al is het dus niet te ontkennen, dat met het aangeven van één enkelvoudigen, uitwendigen invloed nimmer een voldoende verklaring kan geleverd worden voor een biologisch verschijnsel, zóó samengesteld als de teruggang van de vliegende tot de niet-vliegende voortbeweging, aan den anderen kant is het zeker veroorloofd aan te nemen, dat wat kon overkomen aan de eene vogelsoort, die op een oceanisch eilandje geïsoleerd raakte, evengoed het lot kon worden van een andere, verwante soort, die zich op een ander ver daarvan verwijderd eiland bevond. Dat zoowel op de Mascarenen als op de Chatham-eilanden rallen hebben geleefd, is op zichzelf niet verwonderlijk, want de familie der Ralachtige vogels is over de geheele aarde verspreid, en vele der tot haar behoorende soorten bezitten eveneens een groot verspreidingsgebied. Dat deze rallen op die beide plekjes het vliegvermogen hebben verloren, is evenmin merkwaardig. Integendeel, als er iets is, waarover men zich zou kunnen verwonderen, dan is het wel dat op één en hetzelfde eiland, naast vleugellam geworden vogels, andere dikwijls naverwante worden aangetroffen, die nog kunnen vliegen, zooals b.v. onder de papagaaien van Rodriguez het geval moet geweest zijn, en evenzeer onder de duiven van dat eiland, daar zoowel de tortel (Turtur picturatus) als de boomduif (Columba rodericiana) die er op geleefd hebben, niet zooals de Dididae hun vliegvermogen verloren hadden.

Zelfs in het geval dat de ral der Chatham-eilanden generiek identisch ware gebleken met Aphanapteryx broeckei van Mauritius, mocht m. i. daaruit geen ander besluit getrokken worden, dan dat eertijds op 't Zuidelijk halfrond een rallengeslacht had bestaan met zeer wijd verspreidingsgebied, welk geslacht, bij de steeds toenemende verbrokkeling en onderdompeling van dat gebied, zich op enkele der overblijvende eilandjes had weten te handhaven, maar op elk hunner zijn vliegvermogen verloren had. Wel volgt uit deze voorstelling, dat in vorige aardperioden op de breedte en lengte der Mascarenen en die der Chatham-eilanden uitgestrekte landgebieden moeten hebben bestaan, maar één samenhangende massa behoeven die gebieden niet gevormd te hebben. De gemeenschappelijke voorouders van Aphanapteryx en Diaphorapteryx toch konden hoogstwaarschijnlijk nog wel vliegen, en vermochten dus

zoowel de toenmaals grootere eilanden ten Oosten van Madagascar als die rondom Nieuw Zeeland te bereiken, zonder dat deze groepen met elkaar behoefden samen te hangen. Wij kunnen ons daarbij evengoed denken, dat die rallen uit het Noorden kwamen aangevlogen, als dat zij van een zuidelijk (antarctisch) continent afkomstig waren. Wellicht ook vormden toen zoowel het Mascareensche als het Nieuw Zeelandsche gebied uitgestrekte vastelanden, die met Noordelijke continenten in verband stonden, en dus dezelfde land- en zoetwatervogels herbergden als deze laatste. Samenhang met een hypothetisch Zuidpoolland behoeft dus ter verklaring van *hun* voorkomen niet aangenomen te worden.

Voor die laatste onderstelling zijn echter vele andere argumenten aan te voeren, van zeer onderscheiden aard en gewicht. Allerlei diergroepen leveren daartoe hun aandeel, o.a. Buideldieren, Slangen, Schildpadden, Zoet- en brakwatervisschen en dito kreeften, Aardwormen, Land- en zoetwaterslakken. Ook de zuiver marine fauna speelt daarbij een niet onbelangrijke rol, en evenzeer de flora. Het beslissende woord moet ten slotte aan de geologie blijven, maar is bij mijn weten nog niet door haar gesproken.

Leest men in de talrijke verhandelingen over 't Antarctisch vraagstuk, en beziet men de daarbij behoorende kaarten, waarop het Zuidpoolland als een reuzenkraak zijn vangarmen uitslingert naar de Zuidpunten van Nieuw-Zeeland, Australië, Afrika en Zuid-Amerika, dan voelt men zich nu eens heen en weer geschommeld, als op een onvoldoend geladen en slecht gestuurd schip, dan weer geleidelijk en onweerstaanbaar meegevoerd als in een met zekerheid gechauffeerde auto. Een poging mijnerzijds, om in deze moeilijke en samengestelde materie als stuurman op te treden, zou zeker op niets uitloopen dan op een ongeluk nog vóór de afvaart.

Dies zij volstaan met de mededeeling, dat de meerderheid der autoriteiten op dit gebied het voormalig bestaan van een Zuidpoolland met mild klimaat en rijke flora en fauna waarschijnlijk acht, en daarbij aanneeemt dat deze Antarctis met de verschillende werelddeelen van 't Zuidelijk halfrond in verbinding heeft gestaan. Maar in welk geologisch tijdperk dit het geval was, hoe groot en van welken aard de verbindingen waren met de uitloopers der landmassa's bezuiden den evenaar, of die verbindingen alle tegelijk, dan wel de eene na de andere bestonden, of Antarctis zelf meer een continentaal dan wel een archipelagisch karakter droeg, of er ook met de eilandengroepen in den Stillen Oceaan verbinding heeft bestaan, en of deze eilanden zelf de overblijfselen van een groot vasteland zijn, daarover bestaan allerlei verschillende opvattingen.

Al lezend en vergelijkend komt men tot de voorstelling, dat in 't Mioceen rondom het Zuidpool-plateau een krans van groote landgebieden kan bestaan hebben, die een zacht klimaat bezaten en dus een goed ontwikkelde fauna en flora konden herbergen, en dat deze landstreken met elkaar en

met noordelijker landen in wisselwerking hebben gestaan. Sporen dier wisseling van dier- en plantvormen zijn in de fauna en flora der zuidelijkste uitloopers van 't tegenwoordige land-areaal veelvuldig te erkennen. Sommige groepen van organismen vertoonen die sporen veel duidelijker dan andere; de vogels behooren wel tot de minst betrouwbare gidsen op dit moeilijk terrein. Slechts de ontdekking van fossiele vertebrata in het tegenwoordige Zuidpoolland zelf zou afdoende zekerheid kunnen geven.

In afwachting daarvan kunnen de zoölogen rustig voortgaan met te trachten de phylogenetische ontwikkeling der Zuidelijke diervormen uit te vorschen. In 't bijzonder de Pinguins lijken mij daartoe het aangewezen materiaal. Die zijn tenminste gelukkig nog niet uitgeroeid!

GRONINGEN, April 1916.

IS DE KENNIS DER RECENTE OSTRACODEN VAN BELANG VOOR DE STUDIE DER PALAEOZOISCHE?

DOOR

J. H. BONNEMA.

(met Plaat I).

Deze vraag is vroeger wel in min of meer ontkennenden zin beantwoord. Zoo schrijven de beide bekende Amerikaansche palaeontologen ULRICH en BASSLER (9, p. 279) in hunne in 1908 verschenen verhandeling over de Beyrichiidae: „After a considerable study of living Ostracoda, the writers have been forced to the conviction that students of fossil species, especially those found in Paleozoic rocks, cannot expect much help in their labors from even an extensive knowledge of living forms".

Nu is het a priori toch te verwachten, dat bij eene diergroep de studie der recente vertegenwoordigers onontbeerlijk is, om uit de resten der fossiele vormen zooveel mogelijk omtrent deze laatsten gewaar te worden. Was derhalve de door bovengenoemde onderzoekers geuite meening juist, dan zou daaruit mijns inziens volgen, dat hoogstwaarschijnlijk de palaeozoische resten, welke men tot nog toe rekende van Ostracoden afkomstig te zijn, in werkelijkheid overblijfselen zijn van vertegenwoordigers van eene andere diergroep. In dit geval zou het derhalve aanbeveling verdienen, om na te gaan, of er ook eene andere diergroep bestaat, die voor de opname van deze resten meer in aanmerking komt dan die der Ostracoden; wanneer ten minste niet bleek, dat ze eene afzonderlijke groep vormen. We zien dus, dat het voor de systematische plaats der Ostracoden van groote beteekenis is, in welken zin de zooeven gestelde vraag beantwoord wordt.

Mijne onderzoekingen hebben mij tot nog toe echter juist geleerd, dat de boven gestelde vraag wel degelijk in bevestigenden zin beantwoord moet worden. Is dit werkelijk het geval, dan meen ik hieruit weer de gevolgtrekking te mogen maken, dat hetgeen men tot nog toe als palaeozoische Ostracodenresten beschouwd heeft, ook zoo goed als zeker eens aan vertegenwoordigers van deze diergroep behoorde.

Door het bespreken van een drietal gevallen, wil ik in dit opstel laten zien, dat werkelijk voor iemand, die de palaeozoische Ostracoden bestudeert, de kennis der recente onontbeerlijk is.

I. Bij het bestudeeren van de Ostracoden der Kuckers'sche laag van het Oostbaltische ondersiluur vond ik, dat bij *Primitia Tolli* BONNEMA

(fig. 1) (1, p. 16) beide kleppen niet ver van een der einden eene dunne plaats bezitten (fig. 2). Doordat mij uit de literatuur (11, p. 8; 7, p. 167) tevens bekend was, dat dit bij sommige recente Ostracoden eveneens het geval is en wel op de plaatsen, waar zich de beide zijdelingsche oogen bevinden, was het mij mogelijk om te kunnen aangeven, welk einde van de schaal bij *Primitia Tolli* als vooreinde beschouwd moet worden en dus welke der beide kleppen de linker en welke de rechter is.

Ten gevolge hiervan kon weer uitgemaakt worden, dat bij deze Ostracode de sluitspier zich aan den binnenkant van elke klep vasthecht op de voorste helft en dat bij het sluiten der schaal het juist de scherpe vrije randen der rechterklep zijn, die zich in eene gootvormige groeve op de vrije randen der linkerklep leggen (fig. 2).

II. Eene kwestie, die door verschillende onderzoekers behandeld werd en maar niet tot oplossing gebracht kon worden, terwijl ze van het hoogste belang is voor de vergelijking der verschillende Ostracodensoorten, was de vraag, welk einde der schaal bij de vertegenwoordigers van het geslacht *Beyrichia* en wel inzonderheid bij de algemeen bekende *Beyrichia tuberculata* KLÖDEN sp. als vooreinde te beschouwen is.

Doordat ik (2;3) bij deze Ostracode de plaats vond, waar zich de sluitspier aan den binnenkant der kleppen vasthechtte (fig. 3) en doordat het mij bleek, dat de vrije randen der kleppen op dezelfde manier gebouwd zijn als bij *Primitia Tolli*, was het mij volgens mijne opinie mogelijk, bovengenoemde kwestie op te lossen (fig. 4).

Tevens bleek het mij, dat in dat geval bij *Beyrichia tuberculata* de scherpe slotrand der linkerklep ligt in eene vrij vlakke gootvormige groeve op den slotrand der rechterklep (fig. 4).

Met mijne oplossing van bovengenoemde kwestie konden zich echter ULRICH en BASSLER niet vereenigen (4, p. 1092;5, p. 1109). Veel genoegen doet het mij nu te kunnen meedeelen, dat mijne conclusies geheel in overeenstemming zijn met de resultaten der onderzoekingen van dr. FASSBINDER (6) bij recente Ostracoden, welke neergelegd zijn in diens dissertatie „Beiträge zur Kenntnis der Süsswasserostracoden", waarvan ik een exemplaar mocht ontvangen door bemiddeling van Prof. Dr. G. W. MÜLLER te Greifswald, den besten kenner der recente Ostracoden (fig. 5).

III. Om te kunnen nagaan, hoe de beide kleppen der schalen van *Leperditia Hisingeri* FR. v. SCHMIDT aan de rugzijde met elkaar verbonden zijn, sleep ik van eenige geheele schalen, afkomstig uit de bovensilurische lagen van Wisby op het eiland Gotland, de achterste helft weg. Het bleek mij toen, dat bij deze Ostracode, in tegenstelling met wat we bij verschillende andere vinden, aan de dorsale randen der beide kleppen geen bijzondere inrichting aanwezig is, die deze laatste in staat stelt, zich gemakkelijk ten opzichte van elkaar te kunnen bewegen. Het was mij ten

minste niet mogelijk eene dergelijke inrichting, m. a. w. een slot, te vinden.

Wel vond ik daarentegen een ander verschijnsel, dat volgens mijne meening alleen verklaard kan worden door de kennis van de recente Ostracoden.

Het bleek mij n.l., dat bij de door mij onderzochte schalen van *Leperditia Hisingeri* elke klep uit 2 verschillend gekleurde gedeelten bestaat. Men kan er ten eerste aan onderscheiden een gedeelte, dat lichtbruin is en de geheele buitenoppervlakte vormt en ten tweede een ringvormig gedeelte (dus met eene opening in het midden), dat eene donkerbruine kleur bezit en de randen van het eerste aan de binnenzijde bedekt. In nevengaande figuren 6, 7 en 8, die naar eene verticale doorsnede gemaakt zijn, is dit duidelijk voorgesteld.

Bij eene horizontale doorsnede zag ik overeenkomstige verhoudingen.

Op de volgende wijze meen ik nu dezen eigenaardigen bouw te moeten verklaren. Zooals b.v. door Prof. MÜLLER. (7, p. 92) in zijn prachtig werk over de Ostracoden van de Golf van Napels vermeld wordt, bestaat de schaal der Ostracoden, welke genetisch voor eene dorsale huidduplicatuur gehouden wordt, uit eene buitenste en eene binnenste lamel. De buitenste van deze lamellen is over hare geheele oppervlakte verkalkt en daardoor overal stevig. Bij de binnenste is dit alleen aan de randen der beide kleppen het geval, terwijl het daarbinnen gelegen gedeelte vliezig blijft (fig. 9). Het gevolg van dezen bouw is, dat, wanneer men de binnenzijde van eene klep van eene recente Ostracode onder den microscoop beziet, men op verschillende afstanden van de randen eene lijn (grenslijn) waarneemt, die de grens aangeeft tusschen het verkalkte en het niet verkalkte, vliezige gedeelte der binnenste lamel (fig. 10).

Gaat men nu van de resultaten der onderzoekingen omtrent het ontstaan van de schalen der recente Ostracoden gebruik maken om den eigenaardigen bouw van die van *Leperditia Hisingeri* te verklaren, dan meen ik te mogen aannemen, dat de lichtgekleurde gedeelten der beide kleppen tot de buitenste lamel der schalen behooren, terwijl de donkergekleurde gedeelten tot de binnenste lamel gerekend moeten worden.

Bij de recente Ostracoden is gewoonlijk het buitenste gedeelte van het ringvormige verkalkte deel van de binnenste lamel bij beide kleppen met de buitenste lamel vergroeid, terwijl dit met het meer naar binnen gelegen gedeelte niet het geval is. Een gevolg hiervan is, dat tusschen de zooeven besproken grenslijn en den schaalrand nog een tweede lijn (vergroeiingslijn) aanwezig is, welke aangeeft hoever deze vergroeiing heeft plaats gehad.

Is mijne zooeven besproken aanname juist, dan is bij *Leperditia Hisingeri* de geheele verkalkte ring van de binnenste lamel met de buitenste lamel vergroeid, zoodat beide bovengenoemde lijnen daar samenvallen. Dit geeft echter geen bezwaar, daar dit volgens MÜLLER (7 p. 100) ook

wel bij recente Ostracoden voorkomt b.v. bij *Limnicythere inopinata* BAIRD (8 p, 92) die ook in het Meertje van Rockanje aangetroffen wordt.

Ook in dit geval blijkt dus weer duidelijk, dat de oorspronkelijk gestelde vraag in bevestigenden zin beantwoord moet worden.

Het is dan ook mijne overtuiging, dat door bij de bestudeering van de palaeozoische Ostracoden, meer dan tot nog toe gebeurd is, te bedenken, dat deze vroeger aan levende dieren behoord hebben, het mogelijk zal zijn van deze eene betere classificatie te geven, dan we op het oogenblik daarvan bezitten, doordat thans bijna uitsluitend gelet is op den vorm der schalen en de teekening op de zijvlakte van hunne kleppen.

Ik ben het geheel eens met dr. BÉLA ZALÀNYI (10, p. 87), waar deze er op wijst, dat aan de binnenzijde der kleppen de eigenschappen te vinden zijn, welke het minst door de omgeving veranderd worden en derhalve voor de systematiek het belangrijkst zijn.

Ook geloof ik, dat de studie der palaeozoische Ostracoden, welke niet de waardeering ondervindt, die ze verdient, in aanzien zal stijgen, wanneer zooals dr. BÉLA ZALÀNYI (10, p. 86) dit uitdrukt, ze meer in biologische richting geleid wordt.

Van de figuren, welke dit opstel vergezellen, zijn de nummers 7 en 8 afkomstig van Mej. A. J. POTT, leerares M.O. en de overigen van den Hr. J. BOTKE, biol. doctus. Het is mij eene aangename taak hun hier daarvoor mijn besten dank te betuigen.

GRONINGEN, 1 Nov. 1915.

LITERATUUR.

1. BONNEMA, J. H. *„Beitrag zur Kenntnis der Ostrakoden de Kuckers'schen Schicht (C_2)"*. Mitt. a. d. Mineral.-Geol. Institut d. R. Univ. zu Groningen, Bd II, Heft 1, S. 1—84, Taf. I—VIII; 1909.
2. BONNEMA, J. H. *„De stand der schalen van Beyrichia tuberculata* KLÖDEN sp.". Kon. Akad. van Wet. te Amsterdam, Versl. v. d. gew. Verg. d. Wis. en Nat. Afd. v. 31 Mei 1913, Dl XXII, blz. 117—124.
3. BONNEMA, J. H. *„The orientation of the shells of Beyrichia tuberculata* KLÖDEN sp.". Kon. Akad. v. Wet. te Amsterdam, Proc. of the Sect. of Sc., Meeting of 31 May, 1913, Vol. XVI, p. 67—74.
4. BONNEMA, J. H. *„Bijdrage tot de kennis van het geslacht Kloedenella* ULRICH en BASSLER.
   Kon. Akad. v. Wet. te Amsterdam, Versl. v. d. gew. Verg. d. Wis. en Nat. Afd. v. 28 Maart 1914, Dl. XXII, bl. 1087—1092.
5. BONNEMA, J. H. *„Contribution to the knowledge of the genus Kloedenella* ULRICH and BASSLER".

Kon. Akad. v. Wet. te Amsterdam, Proc. of the Sect. of Sc., Meeting of 24 April 1914, Vol. XVI, p. 1105—1109.
6. FASSBINDER, KARL. *„Beiträge zur Kenntnis der Süsswasserostracoden"*. Inaugural-Dissertation Greifswald; 1912. (Abdruck a. d. Zoologischen Jahrbüchern, Bd. 32, Abt. f. Anat; 1912.)
7. MÜLLER, G. W. *„Die Ostracoden des Golfes von Neapel"*. Berlin, 1914.
8. MÜLLER, G. W. *„Deutschlands Süsswasser-Ostracoden"*. Zoologica, Heft 30, Stuttgart, 1900.
9. ULRICH, E. O. and BASSLER, R. S. *„New American Palaeozoic Ostracoda. Preliminary revision of the Beyrichiidae, with descriptions of new genera"*. Proceedings of the U. S. National Museum, Vol. XXXV, p. 277—340, with. pl. XXXVII—XLIV, 1908.
10. ZALÀNYI, BÉLA *„Miocäne Ostrakoden aus Ungarn"*. Mitt. a. d. Jahrb. d. Kgl. ungarischen geol. Reichsanstalt, Bd. XXI, Heft 4, S. 85—152, Taf. V—IX; 1913.
11. ZENKER, W. *„Monographie der Ostracoden"*. Archiv. für Naturgeschichte, Bd. 20; 1854.

VERKLARING DER PLAAT.

Fig. 1. Rechterklep van *Primitia Tolli* BONNEMA, 15×. In het ondereinde van de groeve achter den knobbel bevindt zich het indruksel van de sluitspier.
Fig. 2. Dwarse doorsnede van eene geheele schaal van *Primitia Tolli* BONNEMA, op de plaats, waar zich de zijdelingsche oogen bevinden (van achteren gezien) 13×.
Fig. 3. Rechterklep van *Beyrichia tuberculata* KLÖDEN sp. 10×.
Fig. 4. Dwarse doorsnede van eene geheele schaal van *Beyrichia tuberculata* KLÖDEN sp., van achteren gezien, ± 20×. (Naar verschillende slijpplaatjes gereconstrueerd).
Fig. 5. Dwarse doorsnede door het slot- en het buikgedeelte van eene geheele schaal van *Cypris pubera* O. F. MÜLLER, van achteren gezien. bu.l. = buitenlamel, bi.l = binnenlamel, (Naar dr. FASSBINDER).
Fig. 6. Dwarse doorsnede van eene geheele schaal van *Leperditia Hisingeri* FR. v. SCHMIDT, van achteren gezien, 2×.
Fig. 7. Dwarse doorsnede door het ruggedeelte van eene geheele schaal van *Leperditia Hisingeri* FR. v. SCHMIDT, van achteren gezien, 7×.
Fig. 8. Dwarse doorsnede door het buikgedeelte van eene geheele schaal van *Leperditia Hisingeri* FR. v. SCHMIDT, van achteren gezien, 7×.
Fig. 9. Schematische teekening van eene dwarse doorsnede van den buikrand van eene Ostracodeklep. bu.l = buitenlamel, bi.l = binnenlamel, vergr.l. = vergroeiingslijn, gr.l. = grenslijn.
Fig. 10. Binnenzijde van eene linkerklep van *Candona angulata* G. W. MÜLLER uit het meertje van Rockanje. Aan de einden zijn de grenslijn en de vergroeiingslijn duidelijk te zien. 25×.

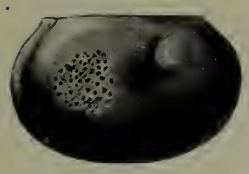


Fig 1.

Fig 2.

Fig 3.

Fig 4.

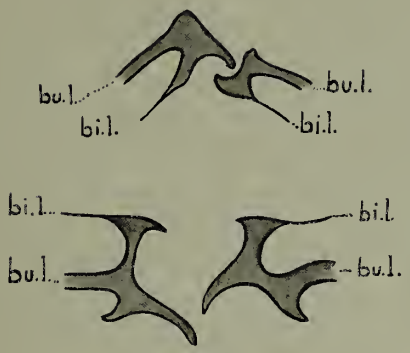


Fig. 5

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

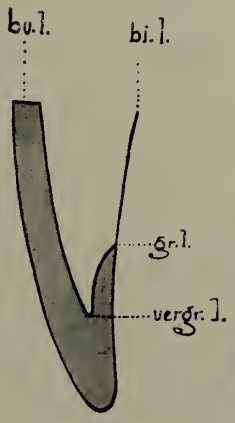


Fig. 9.

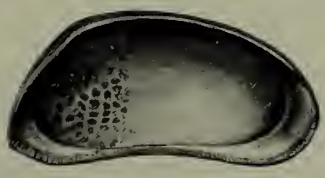


Fig. 10.

HET GESLACHT AECHMINA, JONES ET HOLL.

DOOR

J. BOTKE.

(met Plaat II).

Onder de Ostracodenkleppen, die door JONES en HOLL in 1869 (**1,** blz. 217) beschreven werden uit materiaal, dat voornamelijk afkomstig was van de kalksteenbanken der Woolhope- en Wenlocklagen bij Malvern in Engeland, waren er ook, die zich onderscheidden door een langeren of korteren stekel op elk der kleppen.

Wel was er een andere Ostracode bekend, de *Cythere umbonata* WILLIAMSON uit het krijt, die ook een uitbuiging van de kleppen vertoonde, maar toch slechts in zooveel geringere mate dan het materiaal van Malvern, dat de auteurs voor deze stekeldragende Ostracoden een nieuw geslacht meenden te moeten opstellen, waaraan ze den naam *Aechmina* gaven (αιχμη = stekel).

Van dit genus gaven zij de volgende diagnose:

„Carapace-valves thick, straight at the hinge-line, rounded at the ends, convex at the ventral border, and outdrawn at the surface into a broad-based and sharp-pointed hollow cone, which either involves all the surface, or (as far as at present known) rises from the postero-dorsal or from the centro-dorsal region".

De *Aechmina*kleppen werden tot twee soorten gebracht: nl. tot *A. cuspidata* JONES ET HOLL en tot *A. clavulus* JONES et HOLL.

Het voornaamste verschil tusschen deze beide soorten bestond hierin, dat bij *A. clavulus* het onderste, verbreede gedeelte van den stekel bijna de geheele klep in beslag nam, terwijl dit bij *A. cuspidata* niet het geval was.

De lengte van den stekel van deze laatste kon moeilijk worden nagegaan, daar hij even boven de klep afgebroken was, maar de vorm van het restant deed vermoeden, dat hij flinke afmetingen moest hebben gehad.

In 1887 (**2,** blz. 410) vond JONES uit hetzelfde materiaal een beter exemplaar van *A. cuspidata*, zoodat hij de beschrijving van deze soort beter en volledíger kon geven. De stekels, die bijna ongeschonden bewaard gebleven waren, bleken niet altijd volkomen denzelfden stand ten opzichte der schaal en van elkaar te hebben. Zoo stonden ze bij het eene exemplaar in een vlak, dat een rechten hoek maakte met de slotlijn, terwijl deze hoek bij andere meer of minder van 90° afweek en bedroeg de divergentiehoek (nl. de hoek, die het mediane vlak der schaal maakt met de

lijn, welke top en voet van den stekel verbindt), nu eens 45°, dan weer 40°.

Bovendien leverde het verdere onderzoek nog een drietal nieuwe soorten op:

1°. *A. bovina*, die hij zoo noemde, omdat ze door de beide stekels eenige gelijkenis vertoonde met den gehoornden kop van de een of andere bovide, wanneer men de geheele schaal, dus met de beide kleppen, van een der uiteinden bezag (zie ook fig. 3);

2°. *A. depressicornis*, met kleine horizontaal uitstaande stekels;

3°. *A. brevicornis*, waarbij, zooals de naam reeds aanduidt, de stekels al zeer geringe afmetingen hebben.

In hetzelfde jaar vermeldde hij onder een 24-tal Ostracoden van Gotland (**3,** blz. 7), die hem door Lindström gezonden waren, ook een *A. bovina*, afkomstig uit de Fröjelmergels, waarin ze veel schijnt voor te komen, terwijl hij in 1888 (**4,** pl. XXII) van een zeer mooi, ongeschonden exemplaar van deze soort, afkomstig van dezelfde plaats, een afbeelding gaf, waarop we langs den ventralen rand een reeks fijne tandjes aangegeven zien.

Ten slotte vond dezelfde auteur in materiaal uit Amerika (**5,** blz. 11) nog een paar verwante soorten, die echter in belangrijke punten van de reeds beschreven vormen afweken.

De eene soort, afkomstig uit bovensilurische lagen van den staat New-York, *A. spinosa*, was reeds vroeger door HALL beschreven en afgebeeld onder den naam *Cytherina spinosa* (**6**, blz. 317); de andere, uit dichte blauwgrijze kalksteen van de ondersilurische Cincinnatilagen, en welke reeds als *Leperditia Byrnesi* MILLER bekend was, werd tot *A. Byrnesi* omgedoopt.

De eerste lijkt iets op een *Beyrichia*, waarvan de middenknobbel vervangen is door een schuinen stekel, die aan de basis dik en hol is, terwijl het overige deel vrij dun uitloopt. De vrije randen van de kleppen zijn sterk opgezwollen en vertoonen dikwijls een sculptuur van fijne puntjes.

Aechmina Byrnesi heeft een zeer korten, schuinen stekel, die aan den eenen kant, den achterkant volgens JONES, begrensd wordt door een korte, hoekige groeve, terwijl weer „achter" deze groeve een knobbel ligt.—

In 1890 beschrijft ook ULRICH (**11,** blz. 47) onder een groot aantal andere Ostracoden twee nieuwe Amerikaansche soorten van dit geslacht:

1° *A. marginata*, waarvan de kleppen een iets verheven rand bezitten en dus eenige overeenkomst hebben met die van *A. spinosa*, maar van deze verschillen door den langeren stekel en haar grootere lengte. Deze was afkomstig uit de schalies van de Hamilton-groep uit New-York, dus uit het jongste deel van het Midden-devoon.

2° *A. abnormis*, die eveneens aan *A. spinosa* doet denken, maar door den eigenaardigen vorm van de twee dikke knobbels langs de vrije randen

een ongewoon voorkomen heeft. Deze vorm werd aangetroffen in de schalies van de Niagara-groep en behoort dus tot het oudere gedeelte van het Boven-Siluur.

Aan de 9 bekende Soorten voegde JONES in 1893 een 10de toe door de beschrijving van *Aechmina obtusa* (**10**, blz. 294), uit materiaal van Westmoreland. — Bij deze species schijnt, naar de afbeelding te oordeelen, de stekel dichter bij den slotrand te staan, dan bij de andere soorten het geval is, terwijl zijn stompe vorm aan de klep een bijna driehoekig voorkomen geeft.

Ook Australië heeft zijn vertegenwoordigers van dit genus gehad; bij de fossielen in het Nationaal Museum te Melbourne vond CHAPMAN (**13**, blz. 308) een bovensilurische uit Victoria, die den naam kreeg van *A. Jonesi* en door hem beschreven wordt als een vorm, die tusschen *A. Byrnesi* en *A. cuspidata* in stond en een licht gebogen, concaven ventralen rand, een sterk convexen dorsalen rand en een scheeven, korten en stompen stekel had.

In de literatuur der zwerfsteenen van de Noord-Duitsche laagvlakte wordt ons geslacht slechts een enkele maal genoemd.

Hier is het KRAUSE die in 1891 *Aechmina bovina* opgeeft in Encrinuruskalk (**7** blz. 23) en in 1892 (**8** blz. 397) in een studie over de silurische Ostracoden der zwerfsteenen van Brandenburg, een stuk Graptolithen-gesteente vermeldt met eene varieteit van deze soort, waarvan de klep met puntjes versierd is en die hij daarom *A. bovina, var. punctata* noemt.

De stekel van deze is korter dan van *A. cuspidata* en iets meer gekromd, terwijl de tandjes aan den rand der klep aan *A. bovina* herinneren.

Van de meeste exemplaren, die hij vond, waren de stekels afgebroken. Jammer is, dat de teekening, die hij gaf, niet erg mooi uitgevallen is, want CHAPMAN spreekt niet ten onrechte van de „little beautiful variety".

Deze vorm werd door laatstgenoemde bij Mulde in Gotland verzameld (**9**, blz. 153); bij zijn exemplaar was de stekel een weinig langer dan KRAUSE aangeeft; toch was deze zeker ook niet geheel ongeschonden, daar hij in werkelijkheid bij deze Ostracode een buitengewone lengte bezit.

Door de welwillendheid van Prof. J. H. BONNEMA, kreeg ik de beschikking over zijn *Aechmina*-materiaal, waarvoor ik hem hier mijn hartelijken dank betuig. Bij dit materiaal waren eenige gave kleppen en geheele schalen van *A. bovina*, eenige prachtkleppen van de „varieteit" *punctata*, en een aantal kleppen van een onbeschreven soort, die door hem in een tweetal zwerfsteenen ontdekt waren en waaraan ik ter eere van den grooten geoloog, waarop ons kleine land met recht trotsch kan zijn, den naam *Aechmina Molengraaffi* gegeven heb.

Alvorens tot de beschrijving van dit materiaal over te gaan, zij het mij vergund, met enkele woorden een eigenaardige kwestie aan te roeren, die telkens weer bij de fossiele Ostracoden te berde komt en ook voor *Aechmina* beteekenis heeft. Ik bedoel nl. de vraag, welke de stand der schaal bij het levende dier geweest is, of m.a.w. welke randen als voor- en achterrand en welke als rug- en buikrand beschouwd moeten worden. Met deze kwestie heeft BONNEMA **(14** en **15)** zich nog al bezig gehouden en gelijk uit zijne publicaties blijkt, maakt hij voor de oriëntatie der schalen gebruik van drie criteria:

1°. van de aanwezigheid eener dunne plek in de kleppen voor de zijdelingsche oogen;
2°. van de plaats van het spierindruksel;
3°. van de geaardheid der vrije randen.

Omtrent het eerste en het derde heb ik bij mijn materiaal niets kunnen waarnemen. Wat het tweede betreft, was ik gelukkiger. Het bleek me, dat dicht bij den voet van den stekel zich een rondachtig groefje bevindt, dat zonder twijfel de plaats is, waar eens aan den binnenkant der klep de sluitspier bevestigd was, te meer daar aan den binnenkant op de overeenkomstige plaats een knobbel waarneembaar is. Het bevindt zich steeds aan dien kant van den stekel welke naar den langsten zijrand gekeerd is.

Eigenaardig genoeg, is door geen der vroegere auteurs in hun beschrijvingen ooit van dit groefje gerept.

Volgens een mondelinge mededeeling van BONNEMA, is het hem gebleken, nadat hij, ook al tengevolge van een door Mej. E. C. FIJAN (16) in het Min-Geol. Instituut verricht onderzoek, kennis gemaakt had met tertiaire Ostracoden, dat de meeste waarde voor het bepalen van den stand der schalen toegekend moet worden juist aan de plaats van het spierindruksel, daar dit steeds door hem op het voorste gedeelte der kleppen is aangetroffen.

Ik aarzel dan ook niet, den langsten zijrand als den voorrand te beschouwen.

AECHMINA BOVINA JONES. (fig. 1—4.)

1887	*Aechmina bovina*,	JONES	**2,** blz. 412, Pl. XIII, fig. 5 en 6;
1887	„	„ , JONES	**3,** blz. 7;
1888	„	„ , JONES	**4,** blz. 409, Pl. XXII, fig. 8;
1891	„	„ , KRAUSE	**7,** blz. 23;
1901	„	„ , CHAPMAN	**9,** blz. 153.

Van deze Ostracode kon ik beschikken over een vrij groot aantal losse kleppen en over een drietal geheele schalen, welke alle van Mulde afkomstig waren.

De ventrale rand is gebogen, de slotrand recht of bij sommige exemplaren een weinig convex, de geheele schaal eenigszins eivormig met de grootste hoogte iets voor het midden; de voor- en achterrand zijn beide gebogen; de laatste een weinig sterker dan de eerste; de beide randen gaan met een duidelijken hoek in den slotrand over; door het iets meer gekromd zijn van den achterrand, is de hoek hier grooter.

De ventrale rand en voor een deel ook de voor- en achterrand zijn bezet met fijne, afgeknot-driehoekige tandjes, die soms in 't verlengde liggen van de klep, soms er een hoek mee maken. Bij een der best bewaarde kleppen waren de tandjes even voor het midden het grootst en werden ze van hier naar beide zijden geleidelijk kleiner.

De breedte der schaal is het grootst even voor het midden; de kleppen zelf zijn tamelijk stevig; van vrij groote verschillen tusschen linker- en rechter klep, zooals die bij sommige andere Ostracoden, aangetroffen worden, vinden we hier niets, zoodat men de schaal gelijkkleppig kan noemen.

Op elk der kleppen en wel op het dorsale gedeelte, en ongeveer in 't midden tusschen voor- en achterrand, dikwijls iets dichter bij den eersten, bevindt zich de stekel, die, behalve in het distale gedeelte, hol is; het onderste $^2/_3$ deel is sterk kegelvormig en heeft doorgaans een eenigszins andere richting dan het in een vrij scherpe punt uitloopende, bovenste derde deel, zoodat de stekel geknakt schijnt. De richting is bij enkele exemplaren loodrecht op den slotrand, bij andere is de stekel iets meer naar achteren gebogen.

Aan den voet en wel aan den voor- en ventralen kant ligt een rondachtige groeve, die aan den binnenkant van de klep als een knobbel zichtbaar is en, zooals boven reeds werd opgemerkt, zonder twijfel veroorzaakt is door de werking van de hier vastgehechte sluitspier.

De afmetingen van de schaal zijn:

lengte . . . . . 0.84 mm.;
hoogte . . . . . 0.56 mm.;
breedte (de stekel buiten beschouwing gelaten): 0.38 mm.;

lengte van den stekel:

aan den slotkant gemeten . . . . . 0.34 mm.;
aan den buitenkant . . . . . 0.43 mm.

AECHMINA PUNCTATA (KRAUSE) BOTKE. (fig. 5—8)

1892 *Aechmina bovina, var. punctata,* KRAUSE **8**, blz. 397 Pl. XXII fig. 18;
1901 „ „ „ „ CHAPMAN **9**, blz. 153.

Van dezen kleinen vorm waren enkele prachtig gave kleppen aanwezig en evenals de vorige afkomstig van Mulde.

De voornaamste verschillen met A. bovina zijn:

1°. de stekel is hier wel twee keer zoo lang;

2°. de schaal is veel kleiner (de lengte bedraagt 0.50 mm. tegen 0.84 mm. bij A. bovina).

3°. de schaal vertoont een sculptuur; de buiten-oppervlakte is a. h. w. beprikt met een groot aantal, dicht bij elkaar gelegen puntjes.

Deze verschillen leken me groot genoeg, om van de varieteit, door KRAUSE opgesteld, een afzonderlijke soort te maken.

De ventrale rand is sterk gebogen, de slotrand recht; de grootste hoogte van de klep iets voor het midden; de voorrand is vrij recht en staat soms bijna loodrecht op den slotrand; op de plaats, waar beide in in elkaar overgaan, is de hoek iets afgerond.

De achterrand daarentegen vertoont een sterke kromming.

De ventrale rand is ook bij deze soort bezet met sierlijke, glasheldere tandjes.

De stekel, die iets naar achteren gebogen is, is eerst kegelvormig, maar gaat spoedig in een dun, zeer lang steelvormig gedeelte over, waardoor de klep een zeer eigenaardig uiterlijk verkrijgt.

De *afmetingen* van de schaal zijn:

lengte . . . . . 0.50 mm.;
hoogte . . . . . 0.37 mm.;
breedte (de stekel buiten beschouwing gelaten) 0.12 mm.;
lengte van den stekel:
aan den slotkant . . . . . 0.70 mm.;
aan den buitenkant . . . . . 0.72 mm.

AECHMINA MOLENGRAAFFI n. sp. (fig. 9—12)

Bij 't uitdiepen van de haven te Vollenhove kwam uit den keileem een stuk grijsgrauwe, sterk verweerde, hier en daar roodbruin gekleurde, bovensilurische Beyrichien- of Chonetenkalk te voorschijn, dat zeer rijk aan fossielen bleek te zijn.

Behalve Bryozoën bevatte het Trilobiten zooals *Phacops Downingiae* MURCH., Brachiopoden, zooals *Rhynchonella nucula* en *Chonetes striatella*, benevens een groot aantal Ostracoden, zooals *Beyrichia tuberculata* KLÖDEN, *B. Kochii* BOLL., *B. Maccoyana* JONES, *B. Salteriana* JONES, *B. Steusloffi* KRAUSE, *Aparchites obsoletus* JONES et HOLL, *Aparchites oblonga* JONES et HOLL, *Kloedenia Wilckensiana* JONES, *Kloedenella hieroglyphica* KRAUSE, *Primitia*-soorten, enz. en ook een aantal kleppen van *Aechmina Molengraaffi*.

Kleppen van deze laatste Ostracode werden ook aangetroffen in een stuk grijze kalksteen, dat bij een boring te Noordlaren van een diepte tusschen 42 en 44 M — N. A.P. te voorschijn was gekomen.

Deze *Aechmina* heeft een heel ander voorkomen dan de overige soorten van dit geslacht, wat het gevolg is van den vorm van den stekel, die stomp en breed-driehoekig is en niet scherp afgezet van het overige deel van de klep en den naam van stekel eigenlijk niet verdient.

De ventrale rand, die iets verdikt is, is convex; de voor- en achterrand zijn beide gebogen; de laatste sterker dan de eerste; waar de achterrand in den slotrand overgaat, vormt hij een kleinen inham.

Ook hier is een rondachtig groefje op de plaats van het spierindruksel waar te nemen, maar zeer ondiep, terwijl verder de geheele klep versierd is met fijne, ingeprikte puntjes.

De afmetingen van de schaal zijn:

Lengte	1.17 mm.;
Hoogte	0.85 mm.;
Breedte (de stekel buiten beschouwing gelaten)	0.55 mm.;
Stekel (aan de slotkant gemeten).	0.35 mm.

Van de overige soorten, die mij niet in natura ter beschikking stonden en waarover dus alleen de literatuur me de noodige inlichtingen kon verschaffen, bleken de beschrijvingen meestal zeer onvolledig en de afbeeldingen dikwijls alles behalve fraai te zijn.

Daar door alle schrijvers het spierindruksel over het hoofd gezien is, en zij van het denkbeeld uitgingen, dat de korte zijkant de voorkant moest zijn, zijn ze tot een stand der schalen gekomen, welke juist de tegengestelde is van die, welke wij als de juiste meenden te moeten aannemen. Men heeft steeds JONES gevolgd, die in de diagnose (zie vroeger) aan den stekel een postero-dorsale plaats op de klep gaf. In verband met de kennis van het spierindruksel moet dus in deze diagnose, „postero" door „antero" vervangen worden en bij de verschillende beschrijvingen moet in plaats van „voor", „achter" en „achter" in de plaats van „voor" gelezen worden.

Wat CHAPMAN betreft, zonder redenen aan te voeren, plaatst deze schrijver den stekel bij *A. Jonesi* op het „ventrale" achterste deel van de klep en ziet hij dus voor buikrand aan, wat in analogie met al de overige vormen als slotrand beschouwd moet worden.

De meeste *Aechmina*'s behooren, zooals we gezien hebben, uitsluitend tot het Boven-Siluur; slechts een der boven-silurische vormen, de *A. cuspidata* is door ULRICH in het Helderbergien, dus in het Onder-Devoon aangetroffen (**12**, blz. 521). Twee der soorten zijn onder-silurisch nl. *A. Byrnesi* en *A. obtusa*, terwijl *A. marginata* tot dusverre uitsluitend in het Midden-Devoon werd gevonden.

OVERZICHT DER SOORTEN EN HUN VOORKOMEN.

1.	*Aechmina Byrnesi* (MILLER) JONES	Onder-Siluur	N. Amerika	
2.	„ *obtusa* JONES	„ „	Engeland	
3.	„ *clavulus* JONES et HOLL	Boven- „	Engeland	
4.	„ *bovina* JONES	„ „	Engeland, Gotland	in zwerfsteenen (Duitschland)
5.	„ *punctata* (KRAUSE) BOTKE	„ „	Gotland	in zwerfsteenen (Duitschland)
6.	„ *depressicornis* JONES	„ „	Engeland	
7.	„ *brevicornis* JONES	„ „	Engeland	
8.	„ *spinosa* (HALL) JONES	„ „	N. Amerika	in zwerfsteenen (Vollenhove en Noordlaren)
9.	„ *abnormis* ULRICH	„ „	N. Amerika	
10.	„ *Molengraaffi* BOTKE	„ „	?	
11.	„ *Jonesi* CHAPMAN	„ „	Australië	
12.	„ *cuspidata* JONES et HOLL	Boven-Siluur—Onder-Devoon.	Engeland	
13.	„ *marginata* ULRICH	Midden-Devoon.	N. Amerika	

OVERZICHT DER AFMETINGEN.

		Lengte van de schaal.	Hoogte van de schaal.	Breedte van de schaal.	Lengte van den stekel.	Auteur.
		mm.	mm.	mm.	mm.	
1.	*Aechmina Byrnesi* (MILLER) JONES	1.06	0.70	0.30	—	JONES.
2.	„ *obtusa* JONES	0.44	0.36	0.40	—	„
	„ „ „	0.76	0.60	—	—	„
3.	„ *clavulus* JONES et HOLL	0.95	—	—	—	JONES et HOLL.
4.	„ *bovina* JONES	0.91	0.55	0.38	0.50	JONES.
	„ „ „	0.68	0.45	0.38	0.50	„
	„ „ „	0.84	0.56	0.38	0.34	BOTKE.
5.	„ *punctata* (KRAUSE) BOTKE	0.66	0.32	—	—	KRAUSE.
	„ „	0.50	0.37	0.12	0.70	BOTKE.
6.	„ *depressicornis* JONES	0 59	0.27	0.20	0.25	JONES.
7.	„ *brevicornis* JONES	1.25	0.80	0.55	0.15	„
8.	„ *spinosa* (HALL) JONES	0.80	0.46	—	—	„
	„ „ „	0.86	0.46	—	0.26	„
	„ „ „	0.86	0.53	—	0.66	„
	„ „ „	1.20	0.80	—	0.73	„
	„ „ „	1.26	0.86	—	0.73	„
9.	„ *abnormis* ULRICH	1.53	0.95	—	—	ULRICH.
10.	„ *Molengraaffi* BOTKE	1.17	0.85	0.55	0.35	BOTKE.
11.	„ *Jonesi* CHAPMAN	0.82	0.57*	0.60	—	CHAPMAN.
12.	„ *cuspidata* JONES et HOLL	1.41	0 75	0.50	—	JONES.
	„ „	1.12	0.60	0.40	0.11	„
	„ „	0.84	0.40	—	0.97	ULRICH et BASSLER.
13.	„ *marginata* ULRICH	0.60	0.31	—	0.75	ULRICH.

* Tot de basis van den stekel.

LITERATUUR.

1. JONES, T. R. and H. B. HOLL. *Notes on the Palaeozoic bivalved Entomostraca Some Silurian species.*
   Ann. and mag. of Nat. Hist. 1869.
2. JONES, T. R. *Notes on the Palaeozoic bivalved Entomostraca. On Some Silurian Genera and Species.*
   Ann. and mag. of Nat. Hist. 1887.
3. JONES, T. R. *Notes on some Silurian Ostracoda from Gothland.*
   Stockholm 1887.
4. JONES, T. R. *Notes on the Palaeozoic Bivalved Entomostraca. On some Silurian Ostracoda from Gothland.*
   Ann. and mag. of Nat. History, 1888.
5. JONES, T. R. *On Some Palaeozoic Ostracoda from North America, Wales and Ireland.*
   The Quarterly Journal of the Geological Society of London, Vol XLVI, 1889.
6. HALL. J. *Palaeontology of New-York*, vol II.
   Containing descriptions of the organic remains of the Lower middle division of the New-York System, 1852.
7. KRAUSE, A. *Die Ostrakoden der Silurischen Diluvialgeschiebe.*
   Wissenschaftliche Beilage zum Programm der Luisenstädtischer Oberrealschule zu Berlin 1891.
8. KRAUSE, A. *Neue Ostrakoden aus märkischen Silurgeschiebe.*
   Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. 1892.
9. CHAPMAN, F. *On some fossils of Wenlock Age from Mulde near Klinteberg, Gotland.*
   Ann. and mag. of Nat. Hist. 1901, Serie 7. Vol VII.
10. JONES, T. R. *On Some palaeozoic Ostracoda from Westmoreland.*
    Quarterly Journal of the Geolog. Society 1893.
11. ULRICH, E. O. *New and little known American Paleozoic Ostracoda.*
    Journal of the Cincinnati Society of Nat. Hist. 1890.
12. ULRICH, E. O. and R. S. BASSLER. *Ostracoda in Maryland*, Geological Survey. Lower Devonian, 1913.
13. CHAPMAN, F. *New or Little-known Victorian Fossils in the National Museum, Melbourne. Some Silurian Ostracoda and Phyllocarida.*
    Proc. of the Royal Society of Victoria, Vol XXIII, 1904.

14 *a.* BONNEMA, J. H. *De stand der schalen van Beyrichia tuberculata Klöden sp.*
   Kon. Akad. van Wetensch., Amsterdam, Deel XXII, 1913 of:
   b. BONNEMA, J. H. *The orientation of the shells of Beyrichia tuberculata Klöden* sp
   Proceedings Kon. Ak. v. Wetensch., Amsterdam, vol. XVI, 1913.

15 *a.* BONNEMA, J. H. *Bijdrage tot de kennis van het geslacht Kloedenella, Ulrich and Bassler.*
   Kon. Akad. v. Wetensch. Amsterdam, Deel XXII, 1914 of:
   b. BONNEMA, J. H. *Conditions to the knowledge of the genus Kloedenella, Ulrich and Bassler.*
   Proceedings Kon. Akad. v. Wetensch., Vol. XVI, 1914.

16 *a.* FIJAN, E. C. *Eenige jong-pliocene Ostracoden van Timor.*
   Kon. Akad. v. Wetensch. Amsterdam Deel XXIII 1916, of:
   b. FIJAN, E. C. *Some young-pliocene Ostracods of Timor.*
   Proceedings Kon. Akad. van Wetensch. Amsterdam, Vol. XVIII 1916.

VERKLARING DER PLAAT.

Fig. 1. Linkerklep van *Aechmina bovina* JONES, 25 ×.
Fig. 2. Rechterklep van *Aechmina bovina* Jones, 25 ×.
Fig. 3. Schaal van *Aechmina bovina* Jones, van voren gezien 25 ×.
Fig. 4. Schaal van *Aechmina bovina* Jones, van den slotkant gezien, 25 ×.
Fig. 5. Linkerklep van *Aechmina punctata* (Krause) Botke, 40 ×.
Fig. 6. Linkerklep van *Aechmina punctata* (Krause) Botke, (de stekel is afgebroken) 40×.
Fig. 7. Rechterklep van *Aechmina punctata* (Krause) Botke (de stekel is afgebroken) 40×.
Fig. 8. Linkerklep van *Aechmina punctata*, (Krause) Botke, van voren gezien, 40 ×.
Fig. 9. Linkerklep van *Aechmina Molengraaffi* BOTKE, 20 ×.
Fig. 10. Rechterklep van *Aechmina Molengraaffi* BOTKE, 20 ×.
Fig. 11. Rechterklep van *Aechmina Molengraaffi* BOTKE (van voren gezien) 20 ×.
Fig. 12. Rechterklep van *Aechmina Molengraaffi* BOTKE (van boven gezien) 20 ×.

GRONINGEN, 30 Maart, 1916.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

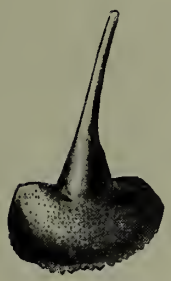


Fig. 5.

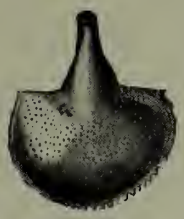


Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

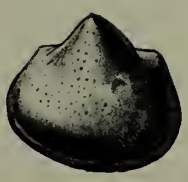


Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 12.

W. N. Kuiper. Ostracode.

Fig. 13.

GEOLOGISCHE VERKENNINGEN IN DE OOSTELIJKE MOLUKKEN.

DOOR

H. A. BROUWER.

(met Plaat III).

Het tektonisch beeld der Molukken was tot voor enkele jaren, afgezien van de jonge breukbewegingen, nog zoo goed als onbekend. Wel waren ons door de onderzoekingen van MARTIN, WICHMANN, BOEHM, WANNER e.a., en vooral door de Molukkenreis van VERBEEK in 1899, geologische gegevens omtrent bijna al deze eilanden bekend geworden, maar van de grootere eilanden waren de bekende gegevens nog zeer schaarsch, en onvoldoende voor een juiste beoordeeling van den tektonischen bouw.

Tot de kennis hiervan heeft de Timor-Expeditie onder leiding van Prof. MOLENGRAAFF, waaraan door F. A. H. WECKHERLIN DE MAREZ OYENS en schrijver dezes werd deelgenomen, veel bijgedragen. Als een der voornaamste resultaten mag wel gelden, dat de tektoniek van Timor en nabijgelegen eilanden moet worden beschouwd als door groote overschuivingen te zijn gekenmerkt, welke overschuivingen werden gevormd in mioceenen tijd door een sterken, van Noordnoordwest naar het Australische continent toe gerichten druk. Op een dergelijke gecompliceerde alpiene struktuur van eilanden der Timor-reeks wijst b.v. het voorkomen van verschillende facies van afzettingen van denzelfden ouderdom óp of dicht bij elkander en het dikwijls voorkomen van geïsoleerde fragmenten van oudere formaties rustend op, en geheel omgeven door, gesteenten van jongeren ouderdom. [1]). Zoowel op Timor, als nog veel verder oostelijk op het eiland Babber [2]) konden dergelijke verhoudingen worden geconstateerd, terwijl geheel onafhankelijk hiervan WANNER [3]) in het westelijk deel van Timor en WEBER (naar een niet gepubliceerde, mondelinge mededeeling) in het Portugeesche gedeelte van dat eiland tot soortgelijke resultaten kwamen.

Dat op andere eilanden van den Timor-Ceram boog, welks binnenzijde de

---

[1]) G. A. F. MOLENGRAAFF, Folded mountain chains, overthrust sheets and block-faulted mountains in the East Indian Archipelago. Compte Rendu du XII^{me} congrès géologique international. Toronto 1913, blz. 689 e.v.

[2]) F. A. H. WECKHERLIN DE MAREZ OYENS. De geologie van het eiland Babber. Handel. XIVe Natuur- en Geneesk. congres, Maart 1913.

[3]) J. WANNER. Geologie von West-Timor. Geol. Rundschau. Bd. IV 1913, blz. 136.

Banda zee, afgezien van den eilandenboog der jonge vulkanen, omgeeft, soortgelijke tektonische verhoudingen voorkomen, was reeds door WANNER [1]) voor Ceram waarschijnlijk gemaakt. Hij vermeldt, dat in Oost-Ceram de tektoniek een chaotisch karakter vertoont. Bruinroode radiolarieten en basische eruptiefgesteenten komen in innigen samenhang voor met boventriassische gesteenten in flyschfacies, terwijl tevens het voorkomen van exotische blokken er op wijst dat de tektoniek een alpien karakter bezit. Ten slotte zou volgens MARTIN ook voor Boeroe het voorkomen van groote overschuivingen niet onvereenigbaar geacht worden met de waarnemingen, door dien onderzoeker gedaan [2]). Uit mijne onderzoekingen is gebleken, dat op Ceram inderdaad zulke overschuivingen, in een van de Banda zee afgekeerde richting moeten voorkomen.

Door MOLENGRAAFF werd verder de meening ontwikkeld dat, aan de buitenzijde van den Timor-Ceram boog, de eilandenreeks Soela eilanden-Obi-Misool geen overschuivingstektoniek vertoont en dat deze eilanden, althans ten deele, tafellanden mogen worden genoemd, in zooverre, dat de mesozoische sedimenten hier weinig of niet zijn geplooid en in het geheel niet zijn overschoven, doch slechts door verschuivingen gestoord schijnen te zijn. Ook deze meening vindt in mijne onderzoekingen een steun

Tijdens verkenningstochten in 1915 werden door mij de volgende eilanden in het oostelijk gedeelte van den archipel bezocht: Ceram, Ambon, Noordwest-Boeroe, Soela eilanden, Obi eilanden, Batjan, Halmaheira, Waigeoe, Salawati, Jen eilanden, Batang Palé eilanden, Tenimber-eilanden, Groot-Kei, enkele kleine eilanden tusschen de Tenimber eilanden en Zuidoost-Ceram, Loeang en West-Nieuw Guinea. Waar het omvangrijke gesteenten- en fossielenmateriaal nog in het geheel niet is bewerkt, kan thans slechts een voorloopig overzicht der verkregen resultaten worden gegeven.

De verschillende bezochte eilanden kunnen naar hunne geologische samenstelling en hun tektonischen bouw in vier groepen worden onderverdeeld:

1. de eilanden van den Timor-Ceram boog;
2. de eilanden der reeks Soela eilanden-Obi-Misool;
3. de Kei eilanden en West-Nieuw Guinea;
4. de Noordelijke Molukken.

[1]) J. WANNER. Triaspetrefakten der Molukken und des Timorarchipels. Neues Jahrb. f. Min. etc. Beil. Band. XXIV, 1907, blz. 161.

[2]) Vgl. G. A. F. MOLENGRAAFF. Verslag betreffende de wenschelijkheid van een wetenschappelijk onderzoek van de eilandenreeks tusschen Celebes en Nieuw Guinea enz. Tijdschr. Kon. Aardr. Gen. 1914, blz. 369 e.v.

DE EILANDEN VAN DEN TIMOR-CERAM BOOG.

Van deze groep zal omtrent de volgende door mij bezochte eilanden het een en ander worden medegedeeld: Ceram, Ambon, Gorong, Téor, Tajando eilanden, Drie Gebroeders, Tenimber eilanden en Loeang.

Ceram. Op dit eiland werden verkenningen uitgevoerd in het oostelijk gedeelte en werd een doorsteek gemaakt dwars over het hooggebergte van Midden-Ceram van Hatoemeten aan de Taloeti baai naar Pasahari aan de noordkust. Voor hetgeen tot nu toe omtrent de geologie van Ceram, vooral door MARTIN[1]) en WANNER[2]), bekend was, kan worden verwezen naar het Molukkenverslag van VERBEEK[3]). In Oost-Ceram hebben boven-triassische gesteenten in flyschfacies een groote uitgebreidheid. Kwartszandsteenen, kalkzandsteenen en glimmerrijke platige zandsteenen met plantenresten, welke afwisselen met zachte, bonte of donkere mergels, bouwen volgens WANNER met platige kalksteenen en mergels in hoofdzaak dit gedeelte van het eiland op. Behalve de laatstgenoemde kalksteenen komen massieve witte, roodachtige en ook donkere kalksteenen, welke soms banden en knollen van hoornsteen bevatten en soms als klipachtige bergen het terrein een dergelijk karakter verleenen als de „fatoe's" van Timor, talrijk voor. Te zamen met sommige dezer kalksteenen werden zachtere mergels met globigerinen en andere foraminiferen aangetroffen. In Oost-Ceram komen talrijke gas- en oliebronnen voor, ze treden soms uit flyschgesteenten (Pl. III fig. 1), soms echter uit een kalksteen-mergel-serie te voorschijn, die in het dal der der Wai Nief goed is ontbloot. Het zijn witte, grijze en roodachtige kalksteenen en mergels, waarin soms lagen en knollen van hoornsteen voorkomen, die over grooten afstand een vrij regelmatige zuidwestelijke helling vertoonen. Deze formatie is aan weerszijden van het dal der Wai Nief over een oppervlakte van enkele K.M^2. ontbloot en wordt geheel door de boven-triassische flyschgesteenten, waarmee in innig verband roodbruine radiolarieten voorkomen, omgeven en wordt er plaatselijk door bedekt. Uit een voorloopig onderzoek van enkele monsters der kalksteenmergel formatie door Dr. L. RUTTEN bleek, dat deze gesteenten in hoofdzaak verschillende globigerinidae en sommige ook pulvinulina cf. tumida Brady bevatten. Hoewel uit het onderzoek dezer enkele monsters de ouderdom der formatie nog niet absoluut vast te stellen was, schreef Dr. RUTTEN mij, dat het onderzochte materiaal op hem den indruk maakt van beslist tertiair te zijn, waarschijnlijk post-eoceen. Indien we aanne-

---

[1]) K. MARTIN. Reisen in den Molukken. Geologischer Teil. Leiden 1902.
[2]) J. WANNER. loc. cit.
[3]) R. D. M. VERBEEK. Molukkenverslag. Jaarb. Mijnw. 1908. Wet. Ged. blz. 543 e.v.

men, dat de boven-trias in flysch-facies over de, in een venster ontbloote, kalksteenen en mergels is overschoven, dan wordt het bovenstaande op bevredigende wijze verklaard. De bitumina komen dan primair voor in de kalksteenen en mergels of in dieper liggende gesteenten [1]) en ook daar waar gas en olie elders uit boven-triassische gesteenten in flyschfacies te voorschijn treedt, mag de primaire ligplaats in, niet door erosie ontbloote, dieper liggende gesteenten worden verondersteld.

De harde banken zonder tusschenliggende zachtere lagen worden door de Wai Nief in fraaie en diepe kloofdalen doorsneden. In de twee stroomop gelegen kloven werd de rivier door mij zwemmende gevolgd, doch voor de lange, het meest stroomaf gelegen kloof moest hiervan, in verband met een opkomende bandjir, worden afgezien. Aan het boveneinde der kloof komen niet duidelijk gelaagde, lichtgekleurde, oölietische kalksteenen voor en aan het benedeneinde zijn soortgelijke oölietische kalksteenen in een hoogen steilen wand ontbloot (Pl. III, fig. 2); langs dezen wand schijnt de kalksteen langs een verschuiving te zijn afgebroken en aan den voet vinden we de meergenoemde flyschgesteenten, overeenkomend met die van de boven-trias. De verschuiving verloopt in ongeveer noordwestelijke richting; een soortgelijke verschuiving werd reeds door WANNER [2]) verder noordelijk bij Boela vermeld, waar plioceen-kwartaire afzettingen langs de boven-triassische met Monotis salinaria over een hoogte van minstens 600 voet zijn afgezonken, hetgeen bij boringen naar petroleum kon worden bewezen.

Over de geheele lengte der Alpen [3]) helt de geplooide mioceene subalpiene molasseformatie onder de Alpenketens weg, welke daarover zijn overschoven en plaatselijk is de molasseformatie nog als venster onder de randketens der Alpen zichtbaar. Ik acht het, in verband met het niet zeer sterk geplooide karakter der kalksteen-mergelserie in het dal der Wai Nief, mogelijk, dat we ook hier niet ver van de randzone van het overschoven ketengebergte verwijderd zijn. Orographisch kan deze grens hier niet worden vervolgd, zooals b. v. de Säntis in de Alpen „in gleich zu Stein erstarrten Wellen eines hoch brandenden Meeres die grünenden Hügel des Appenzeller Landes überragt."

De eigenaardige kalkrotsen, die de topographie van Oost-Ceram plaatselijk een dergelijk eigenaardig karakter verleenen als de „fatoe's" van Timor, zijn — althans ten deele, zooals b. v. kalksteenen van den berg

---

[1]) Dat thans in deze gesteenten wordt geboord, wijst er op, dat men hier reeds tot soortgelijke resultaten was gekomen.

[2]) J. WANNER. Beiträge zur geologischen Kentniss der Insel Misol. Tijdschr. Kon. Aard. Gen. 1910, blz. 469 e. v.

[3]) C. SCHMIDT. Bild und Bau der Schweizer Alpen. Beilage zum Jahrbuch S. A. C. XLII 1906/1907. Basel 1907, blz. 18.

Soeroe — van tertiairen ouderdom. In lagen van geelwitte, harde, compacte kalksteenen werden door VERBEEK [1]) veel amphisteginen, lepidocyclinen, enkele rotalia's en lithothamnium gevonden; hun ouderdom is mioceen. Het is mogelijk, dat deze kalksteenen met de flyschgesteenten tot een overschuivingsblad behooren, dat over een autochtoone kalksteen-mergelserie is overschoven, maar onze onderzoekingen stellen ons nog niet in staat de onderlinge verhoudingen der verschillende formaties met zekerheid te beoordeelen.

Midden-Ceram vertoont geologisch veel overeenkomst met het oostelijk deel van het eiland. Echter overheerscht hier niet de boven-triassische flyschserie, maar kalksteenen en mergels van wisselende kleuren, die dikwijls hoornsteen bevatten, hebben hier eene groote uitgebreidheid. Het hooggebergte van Midden-Ceram, dat zich met ongeveer NW.-ZO. strekking scheef over het eiland voortzet, bestaat uit deze gesteenten. Volgens DENINGER [2]) zijn deze gesteenten ten deele van tertiairen ouderdom, evenals sommige klipachtige bergen van Oost-Ceram. De boven-triassische flyschgesteenten treden hier meer terug en kristallijne schisten met basische eruptiefgesteenten komen plaatselijk voor. In het noordelijk deel van Midden-Ceram worden de oudere gesteenten grootendeels door jonge mariene en fluviatiele afzettingen bedekt. West-Ceram bestaat in hoofdzaak uit schisten en (grootendeels basische) eruptiva, die ook in Midden-Ceram plaatselijk zijn ontbloot. In het zuidwestelijk deel, op het schiereiland Hoeamoeal, komen ook soortgelijke effusiva voor, als die welke op het naburige Ambon een groote uitgebreidheid hebben.

Ambon.

Dit eiland is reeds gedetailleerd door VERBEEK [3]) geologisch onderzocht en beschreven. Verschillende malen heb ik korten tijd op het eiland, wachtende op scheepsgelegenheid, vertoefd en heb dezen tijd door het maken van korte tochten benut. Het eerste wat mij opviel was de groote gelijkenis, die dit eiland geologisch vertoont met het oostelijk deel der noordkust van Nederlandsch-Timor, dat door ons, tijdens Prof. MOLENGRAAFF'S Timor-Expeditie, werd onderzocht, behalve dan dat jonge opgeheven rifkalken op Ambon een grooter uitgebreidheid hebben. Serpentijnen, gabbro's en peridotieten, diabazen, zandsteenen en jongere eruptiefgesteenten (waaronder de typische „melafieren" met glaskorst), dat alles vinden we ook in Oost Nederlandsch-Timor terug. De juiste

---

[1]) R. D. M. VERBEEK. loc. cit. blz. 639, 640.

[2]) K. DENINGER. Morphologische Uebersicht der Insel Seran. PETERMANN'S Mitteilungen 1914.

[3]) R. D. M. VERBEEK. Geologische beschrijving van Ambon. Jaarb. Mijnwezen 1905.

ouderdom der zandsteenen van Ambon is, bij gebrek aan duidelijke versteeningen, nog niet bepaald kunnen worden. Versteeningen komen alleen voor in tusschenliggende kalkbanken, welke niet zelden volkomen kristallijn zijn en dan geen spoor van fossielen meer vertoonen, zoo onder andere in de rivier Batoe Gadjah. De versteeningen gelijken volgens von Reinach op soortgelijke uit de boven-triassische kalksteenen in Hallstätter facies der Alpen, sommige op fossielen uit de dyas, maar het materiaal was te slecht geconserveerd om een zeker oordeel uit te spreken. Hetzelfde zegt MARTIN, [1]) terwijl BOEHM [2]) met alle reserve geneigd was om de gesteenten een jong palaeozoischen ouderdom toe te schrijven. Het is echter volgens hem zeer wel mogelijk dat de gesteenten mesozoisch zijn, omdat de gevonden brachiopodensoorten alle nieuw schenen te zijn en dus niet geschikt waren voor een nauwkeurige ouderdomsbepaling. Wij willen hier slechts wijzen op de groote overeenstemming, die de zandsteenformatie van Ambon vertoont met die van het nabijgelegen eiland Ceram, waar de boven-triassische ouderdom met zekerheid door het voorkomen van kalkbanken met Monotis salinaria Bronn kon worden vastgesteld.

Wat den ouderdom der door VERBEEK onder den naam ambonieten samengevatte eruptiefgesteenten van Ambon betreft, zoo komt hem [3]) een cretaceïsche ouderdom het waarschijnlijkst voor, hoewel het exacte bewijs voor den ouderdom niet geleverd kon worden. MARTIN [4]) daarentegen acht een tertiaire ouderdom waarschijnlijk. In de eerste plaats vermeldt VERBEEK in zijn beschrijving van Ambon, dat de gesteenten van dat eiland talrijke verschilpunten met de tertiaire eruptiefgesteenten van den archipel vertoonen en in de tweede plaats, dat er groote overeenkomst bestaat in het petrographisch karakter van de Ambon-melafieren en dat van soortgelijke gesteenten van de Tjiletoe baai in West-Java, die toen door hem als van cretaceïschen ouderdom werden beschouwd.

ad 1. Wat de verschilpunten met tertiaire eruptiva elders in den archipel betreft, zoo zijn ze in de eerste plaats volgens VERBEEK minder frisch; hij hecht echter zeer weinig aan deze verschillen voor ouderdomsbepaling en het zou volgens hem (vgl. bladz. 40 van zijn geologische beschrijving van Ambon) een gewenschte vereenvoudiging zijn, indien men de overeenkomstige oude en jonge gesteenten met één naam aanduidde. In de

---

[1]) K. MARTIN. Reisen in den Molukken. Geologischer Teil. 1e Lief. Ambon und die Uliasser 1897.

[2]) G. BOEHM in VERBEEK'S Geologische Beschrijving van Ambon. Jaarb. Mijnwezen 1905. blz. 88 e.v.

[3]) R. D. M. VERBEEK. loc cit. Ambon. blz. 103.

[4]) K. MARTIN. Einige Worte über den Wawani, sowie über Spaltenbildungen und Strandverschiebungen in den Molukken. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. XVI, 1899. blz. 709 e.v. en K. MARTIN. Reisen in den Molukken Geol. Teil. Leiden 1903. Nachtrag.

tweede plaats bevatten de ambonieten groote kristallen van blauwen cordiëriet en van bruinrooden granaat, geheel afwijkend van alles wat elders in Indië wordt gevonden. Deze kristallen zijn echter afkomstig uit den ondergrond, hetgeen duidelijk blijkt uit een omvangrijke collectie dezer insluitsels, welke door mij werd bijeengebracht en waaronder ook de oorspronkelijke gesteenten zelve in min of meer sterk gemetamorphoseerden toestand talrijk zijn vertegenwoordigd. Deze insluitsels verleenen dus wel een eigenaardig karakter aan de gesteenten van Ambon, maar voor hun ouderdom zijn ze van geen belang. MARTIN wijst er op, dat in de nabijheid van Ambon, in Zuid-Hoeamoeal (West-Ceram) cordieriethoudende schisten voorkomen en volgens denzelfden schrijver ontbreken op Noesalaut, dat het verst van Hoeamoeal verwijderd ligt, de cordierietinsluitsels in de andesieten geheel.

In de derde plaats is het gehalte aan bronziet van de zuurdere leden der ambonieten veel grooter dan in de Indische tertiaire andesieten, zelfs zóó, dat augiet niet zelden geheel ontbreekt. Alleen in de melafieren van Ambon treedt de rhombische pyroxeen tegenover den monoklienen op den achtergrond. Dit belangrijke bronzietgehalte verleent den ambonieten ook wel een eigenaardig karakter, waardoor ze onder een afzonderlijken naam kunnen worden samengevat, maar voor ouderdomsbepaling is ook dit niet van belang. Dit alles wordt trouwens reeds door VERBEEK erkend.

Ad. 2. De gesteenten met glaskorst nabij de noordkust van Oost Nederlandsch-Timor gelijken zeer veel op die van Ambon en Java. In zijn Ambon-verslag wees VERBEEK er reeds op, dat er op Ambon mineralogisch en chemisch twee soorten van melafier te onderscheiden waren: een basische soort met 47—50 % SiO_2, gedeeltelijk met glaskorst, en een zuurdere met 59 % SiO_2, welke laatste zich meer aan de andesieten aansluit. In verband met zijn latere waarnemingen op Timor, waar melafier dikwijls samen voorkomt met permische gesteenten en ook stukken van permischen kalksteen scheen in te sluiten, acht hij den ouderdom dezer melafieren wel jonger dan perm, maar hij brengt ze tot de oudmesovulkanische eruptiefgesteenten. Tevens veronderstelt VERBEEK dan, dat de twee melafiersoorten van Ambon wel in ouderdom zouden kunnen verschillen en wel dat de basische de oudste zou zijn en even oud als de melafieren van Timor, dus ook mesozoisch. Daar nu de glasrijke melafier van Java geheel met dien van Ambon en Timor overeenstemt, veronderstelt VERBEEK dat ook dit gesteente wel oud-mesozoisch zou kunnen zijn.

Nu werden door ons tijdens Prof. MOLENGRAAFF'S Timor-Expeditie wel talrijke permische en ook mesozoische melafierachtige gesteenten aangetroffen, maar de melafieren met glaskorst der noordkust vertoonen een geheel ander karakter en komen ook onder geheel andere geologische

verhoudingen voor, zoodat dit motief voor een verschillenden ouderdom der melafieren van Ambon vervalt.

Naar mijne meening is echter ook het verschijnsel der glaskorsten geen kenmerk, waaraan in ons geval voor ouderdomsbepaling groote waarde mag worden gehecht. Iets anders is dit nog voor de melafieren met glaskorsten van Midden-Timor, Wetter en Ambon, die onder geologisch zeer overeenkomstige omstandigheden en aan de binnenzijde van den eilandenboog, die de Banda-zee omgeeft, voorkomen. Het verschijnsel kan steeds optreden als een gevolg van onderzeesche vorming; soortgelijke verschijnselen treden b. v. op in de door TEALL [1]) en REUNING [2]) beschreven „pillowy lavas" van Mullion Island en boven-devonische „Wulstdiabase" van het Westerwoud. De gesteenten van Mullion Island komen b.v. samen voor met sedimenten met radiolariën en door TEALL werd dan ook reeds het ontstaan der eigenaardige strukturen als een gevolg van onderzeesche erupties verklaard. Bovendien werd de vorming direct waargenomen door ANDERSON [3]), ter plaatse waar de lava van den in 1905 nieuw gevormden vulkaan Matavanu in Savaii (Samoa eilanden) de zee bereikt.

Naar mijne meening kunnen de glaskorstgesteenten van West-Java zeer goed in de krijtperiode worden gelaten en behoeft van de ambonieten ook niet een gedeelte der melafieren als ouder te worden afgescheiden, maar kunnen al deze gesteenten voorloopig als tertiair of jongmesozoïsch worden beschouwd.

Behalve in het oostelijk deel komen volgens WANNER [4]) ook bij de noordkust van het westelijk deel van Nederlandsch-Timor jonge effusiefgesteenten (augiet- en hypersteenandesieten, andesiettuffen) voor, die reeds makroskopisch door hun frisch uiterlijk van de eruptiefgesteenten der perm- en triasformaties kunnen worden onderscheiden. Van groot belang is de vondst van een stuk verkiezeld hout in een andesiettuf dezer serie, dat waarschijnlijk een nadere ouderdomsbepaling zal mogelijk maken. Voorloopig is hij geneigd deze andesieten als jong-mioceen te beschouwen, terwijl hij wijst op de groote verbreiding, die deze gesteenten in den Timor-boog schijnen te bezitten (vlg. WITKAMP: [5]) ook op Soemba met veel glasgesteenten).

[1]) J. J. H. TEALL. On greenstones associated with radiolarian chert. Trans. Royal Geol. Soc. of Cornwall 1894.

[2]) E. REUNING. Diabasgesteine an der Westerwaldbahn Herborn-Driedorf. Neues Jahrb. f. Min. etc. Beil. Band XXIV 1907, blz. 390.

[3]) TEMPEST ANDERSON. Volcanic craters and explosions. The Geographical Journal. Febr. 1912, blz. 129.

[4]) J. WANNER. Geologie von West-Timor. Geologische Rundschau IV 1913, blz. 146.

[5]) H. WITKAMP. Een verkenningstocht over het eiland Soemba. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 1912, blz. 744 e. v.

Eilanden tusschen de Tenimber eilanden en Zuid-Oost Ceram.

Op het eiland *Gorong* werden de reeds door VERBEEK als rolsteen vermelde zandsteenen aangetroffen; aan vaste dikke zandsteenbanken met tusschenliggende zachte brokkelige mergelkleischalies werden WZW. en NNO. strekkingen met resp. hellingen van 15° N en 55° W gemeten.

Op het eiland *Téor* werden in het riviertje Meroeka bij de kampong Roemoi of Larat in vaste schisten hoofdzakelijk WNW. strekkingen en noordelijke hellingen van 20—65° gemeten, in de rivier Larat NNW. en NNO. strekkingen met oostelijke hellingen 35—55°. Verder zuidelijk komt serpentijn of serpentijn-conglomeraat als vast gesteente tot nabij de kust en wordt door rifkalken bedekt. Als rolstukken werden in de rivier Larat ook gneissachtige granieten, serpentijn, glimmerzandsteen en lichte en donkere, ten deele kristallijne, kalksteen gevonden.

Van de *Tajando eilanden* werd het eiland Taam bezocht; we vonden hier slechts opgeheven rifkalken en mergels, waaruit het geheele eiland — althans zijn westelijk deel — schijnt te bestaan.

Op het eiland Fadòh der *Drie Gebroeders* werd op den platten hoogsten top slechts opgeheven rifkalk aangetroffen, de ondergrond van het eiland bestaat uit gneissen en glimmerschisten, welke bijna geheel door terrasvormig opgeheven rifkalken worden bedekt. Geologisch vormt het dus de directe voortzetting van het meer noordelijk gelegen eiland Koer.

Tenimber eilanden.

Van de eilanden der Tenimber groep werden het groote eiland Jamdena, waarvan het binnenland geologisch nog onbekend was, benevens de kleine eilanden Mitak en Laibobar door mij bezocht.

Het eiland *Jamdena* bleek — althans ten deele — te bestaan uit mesozoische gesteenten, die voor een groot deel door jonge opgeheven rifkalken en mergels worden bedekt. In het midden van het eiland tusschen Loro Oelong en Oi Timmer werden in de rivierloopen talrijke brokstukken van ijzerrijke gesteenten (ten deele concreties), glimmerzandsteenen en kalksteenen aangetroffen, welke overeenkomst vertoonen met gesteenten van het naburige eiland Babber. Vaste mesozoische lagen werden aangetroffen dicht bij de westkust niet ver van de kampong Wer Matan. De lagen zijn hier sterk geplooid met O—W, W 10 N en W 25 N gerichte strekkingen en vertikalen of bijna vertikalen stand.

Op het nabij de noordwestkust van Jamdena gelegen eilandje *Mitak* komt een slikbron voor, waaromheen talrijke brokstukken van verschillende gesteenten verspreid liggen: kwarts- en kalkzandsteenen, glimmerzandsteenen, witte en roodachtige kalksteenen met of zonder globigerinen en radiolariën (soms met hoornsteen), ijzerrijke gesteenten en concreties en donkere mergelkalksteenen, terwijl ook serpentijn en schistachtige ge-

steenten in enkele brokstukken werden aangetroffen. Hier zijn niet, zooals b. v. door de slikbronnen van Roti, talrijke fossielen uitgeworpen; alleen vindt men enkele gegroefde belemnieten aan het nabijgelegen strand van Mitak.

De kalksteenen der eilanden Taval en Vordate behooren volgens VERBEEK tot het mioceen; op het eiland *Laibobar* trof ik nog lichtgekleurde en roode kalksteenen met uitgeweerde hoornsteenbanden aan, welke sterk herinneren aan sommige gesteenten uit het dal der Wai Nief in Oost-Ceram. De onderstelling, dat ook de methaangassen der slikbron van Mitak uit soortgelijke of dieper liggende gesteenten afkomstig zouden zijn, is met de tot nu toe bekende gegevens niet in strijd. De mesozoische gesteenten, welke onder de uitwerpselen van de slikbron zeer talrijk zijn, zouden dan, evenals in Oost-Ceram, op de tertiaire kalksteenen en mergels kunnen rusten en daarover zijn overschoven. Ook bij de oostkust van Groot-Kei komt een gasbron uit de, volgens VERBEEK opper-eoceene, mergels en kalksteenen te voorschijn en het nieuwe eiland bij Oet in de Klein-Kei groep is waarschijnlijk op de wijze der slikvulkanen langs een antiklinaal in soortgelijke gesteenten te voorschijn gekomen.

Loeang.

Van het eilandje Loeang vermeldt VERBEEK, dat het geheel uit crinoïdenkalk der permformatie schijnt te bestaan; hij vermeldt N.W. strekkingen en Z.W. hellingen van 30°. Bij een meer gedetailleerd onderzoek van het eiland is gebleken, dat strekking en helling zeer sterk wisselen en dat de lagen zeer intensief zijn geplooid. Het eiland is opgebouwd uit een complex van permische kalksteenen en mergels, die doorgaans zeer rijk zijn aan steelleden van crinoïdeën, verder uit zanderige of min of meer phyllietische schalies en enkele zandsteenen. Indien over eenigen afstand zachtere lagen tusschen de kalksteenbanken ontbreken, dan steken deze als rotsen met zeer grillige verweeringsvormen omhoog.

Overzicht van den Timor-Ceram boog.

Op alle eilanden van dezen boog, met uitzondering van het eiland Soemba, zijn de mesozoische en een deel der tertiaire afzettingen zeer intensief geplooid, terwijl op een groot aantal reeds belangrijke overschuivingen in een van de Banda zee afgekeerde richting konden worden geconstateerd. Vooral op Timor en nabijgelegen eilanden zijn deze overschuivingen door MOLENGRAAFF [1]) en WANNER [2]) meer in detail bekend geworden; voor Babber zijn ze door WECKHERLIN DE MAREZ OYENS [3])

[1]) G. A. F. MOLENGRAAFF. Folded mountain chains etc. loc. cit.
[2]) J. WANNER. Geologie van West-Timor, loc. cit.
[3]) F. A. H. WECKHERLIN DE MAREZ OYENS, loc. cit.

beschreven en voor een deel der overige eilanden zijn ze reeds hierboven ter sprake gebracht.

Het voorland van dit door overschuivingstektoniek gekenmerkte boogvormige alpiene ketengebergte kan ook worden vervolgd. De zuidelijke eilanden van den boog, behalve Soemba, liggen dicht bij het Australische continent met de daarbij behoorende Sahoel bank; de mesozoische afzettingen zijn daar niet geplooid, terwijl het volgens MOLENGRAAFF niet is uitgesloten, dat het door schubstructuur, met uniforme N.N.W. helling der lagen, gekenmerkte zuider kustgebergte van Timor reeds autochtoon zou zijn. Ten Noorden van Ceram en Boeroe vinden we de hieronder nader te beschrijven eilandenreeks Soela eilanden-Misool, waarin geen overschuivingstektoniek kon worden geconstateerd; de mesozoische en tertiaire lagen zijn hier dikwijls weinig of niet geplooid. Hetzelfde geldt voor het tertiair van West-Nieuw Guinea en voor het tertiair der Kei-eilanden. Op Groot-Kei is het oud-mioceen volgens VERBEEK reeds niet meer geplooid. Het geheele overschoven ketengebergte wordt dus aan zijn buitenzijde begrensd door een voorland zonder overschuivingstektoniek en in Oost-Ceram zijn de lagen van het voorland in de randzone van het overschoven ketengebergte plaatselijk als een venster ontbloot.

Op de noordelijke eilanden van den boog werden tot nu toe permische afzettingen, welke op Timor en nabijgelegen landen een groote uitgebreidheid hebben, niet aangetroffen. Misschien omvatte de Tethys zee in permischen tijd alleen het gebied der zuidelijke eilanden.

Het eiland Soemba, dat gewoonlijk tot den Timor-Ceram boog wordt gerekend, wijkt door zijn tektonischen bouw sterk af van de verder oostelijk gelegen eilanden der Timor reeks; van de intensieve mioceene plooiing vinden we hier geen spoor en het sluit zich hierdoor meer aan bij de noordelijk ervan gelegen eilanden der Kleine Soenda eilandenreeks. Het ligt dan ook verder van het Australische continent.

Aan de binnenzijde van den Timor-Ceram boog ligt die der jonge, werkende vulkanen en tusschen beide schijnt nog een andere zone met een zekere autonomie te kunnen worden vervolgd, welke grootendeels door zee is bedekt. We bedoelen hier een zone van oudere vulkanische gesteenten, welke gemeenschappelijke kenmerken bezitten en die zou verloopen van Timor's noordkust over een deel van Wetter, dan onderzees, aan de binnenzijde van den grootendeels verzonken Timor-Ceram boog, naar Ambon en naar het schiereiland Hoeamoeal in Zuidwest-Ceram.

DE EILANDENREEKS SOELA EILANDEN-OBI-MISOOL.

Van deze reeks werden de Soela-eilanden en enkele eilanden der Obigroep door mij bezocht. Op het eiland Misool werden reeds door

BOEHM [1]) en later door WANNER [2]) meer gedetailleerde onderzoekingen uitgevoerd.

Soela-eilanden.

De voorloopige resultaten mijner verkenningen werden reeds vroeger medegedeeld. [3]) Werd vroeger door BOEHM [4]) verondersteld, dat de jura op de Soela eilanden, evenals die op Misool, niet of weinig was geplooid, zoo is thans gebleken dat de jurassische afzettingen ten deele *intensief zijn geplooid*, terwijl deze gesteenten, welke tot nu toe slechts van de zuidkusten bekend waren, ook langs de noordkusten der eilanden Taliaboe en Mangoli een groote uitgebreidheid bleken te bezitten.

West-Taliaboe vertoont geologisch veel overeenstemming met de nabij-

Fig. 1. Hellende zandsteenen en conglomeraten van den Tg Merah (Z. W. punt Taliaboe, Soela eilanden).

gelegen eilanden van den Banggai-archipel; we vinden er dezelfde granieten met rooden orthoklaas, schisten, contactgesteenten en kleileien, die zeer sterk zijn geplooid. Ze worden voor een groot deel door jonge zandsteenen en conglomeraten bedekt, waarin plaatselijk dunne bruinkoollaagjes voor-

[1]) G. BOEHM. Zur Kenntniss der Südküste von Misol. Centralblatt für Min. etc. 1910. blz. 197 e. v.

[2]) J. WANNER. Beiträge zur geologischen Kenntniss der Insel Misol. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 1910. blz. 469 e. v.

[3]) H. A. BROUWER. Over de geologie der Soela eilanden (Voorloopig Reisbericht) Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. XXXII 1915. blz. 509 e. v.

[4]) G. BOEHM. Neues aus dem Indo-Australischen Archipel. Neues Jahrb. f. Min. etc. Beil. Band. XXII. 1906. blz. 403, 404.

komen. Deze jonge formatie vertoont soms vrij aanzienlijke hellingen (35 à 40°, doch doorgaans geringer; vgl. tekstfig. 1). In Midden-Taliaboe treden, zoowel langs de noord- als langs de zuidkust, mesozoische sedimenten op, die — voor zoover ze zijn onderzocht — langs de noordkust slechts geringe hellingen of nagenoeg horizontalen stand der lagen vertoonen, terwijl ze aan de zuidkust duidelijk, hoewel niet zeer intensief, schijnen te zijn geplooid. In Oost-Taliaboe en West-Mangoli, schijnen de mesozoische afzettingen ongeveer de volle breedte der eilanden te beslaan; voor zoover bekend liggen ze ook hier horizontaal of ze vertoonen slechts een zeer geringe helling der lagen. Ten deele zijn deze jurassische en onder-cretaceïsche lagen (grenslagen tusschen jura en krijt van Boehm) [1]) zeer fossielrijk.

Ook verder oostelijk hebben de mesozoische afzettingen op Mangoli, zoowel nabij de noord- als nabij de zuidkust, een groote uitgebreidheid. Intensief geplooide fossielhoudende donkere mergelkleisteenen, met harde banken en knollen van donkeren mergelkalk, worden b. v. doorsneden

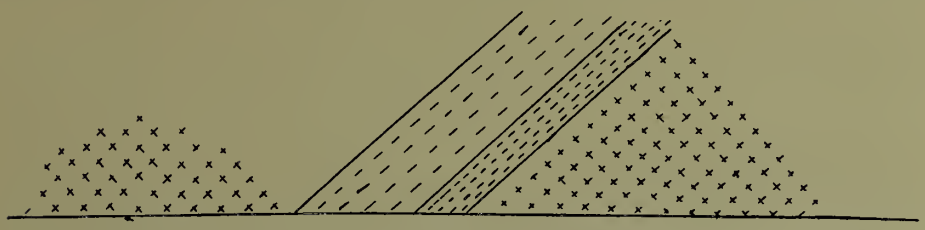


Fig. 2. Verandering tot hoornrots van kleinsteen met jurassischen habitus rechteroever der Wai Bisaoe. (Oost-Mangoli).

gneissachtig gest. kleisteen. hoornrots.

in het dal der Wai Fat in het noordelijk deel van Midden-Mangoli. De lagen staan hier zelfs dikwijls vertikaal of hebben een zeer steilen stand.

In Oost-Mangoli en langs een deel der zuidkust van het eiland hebben, doorgaans lichtgekleurde, granieten met hunne porphyrische equivalenten en talrijke fijn- tot middenkorrelige basische eruptiefgesteenten, naast gneissachtige gesteenten, hoornrotsen en dichte tot fijnkorrelige kwartsieten, een groote uitgebreidheid. Ook dichte tot fijnkristallijne kiezelrijke gesteenten, benevens kwartsporfieren werden aangetroffen.

Was reeds door WICHMANN, [2]) naar de door VAN NOUHUYS [3]) verza-

[1]) G. BOEHM. Verschillende publicaties in Palaeontographica (Beiträge zur Geologie von Niederländisch-Indien).

[2]) A. WICHMANN. Over gesteenten van het eiland Taliaboe. Versl. Kon. Akad. van Wetensch. Amsterdam, Juni 1914.

[3]) J. W. VAN NOUHUYS. Bijdrage tot de kennis van het eiland Taliaboe der Soela groep. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 1910, bl. 945 en 1173.

melde gesteenten, het voorkomen van hoornrotsen op Taliaboe bekend geworden, waarvan door hem het ontstaan als een contactmetamorphose in jurassische gesteenten door naburige granieten werd verklaard, zoo kan thans worden medegedeeld, dat door mij in Oost-Mangoli bij het contact van een gneissachtig granietisch gesteente, aan onder een hoek van 55° naar ZO. hellenden kleisteen van jurassischen habitus een duidelijke metamorphose tot hoornrots werd geconstateerd (tekstfig. 2).

Evenals op Taliaboe werden ook op Mangoli tertiaire afzettingen aangetroffen, terwijl voornamelijk op het eiland Limo (tekstfig. 3), benevens op het aangrenzende deel van Mangoli, en ook plaatselijk in West- en Oost-Taliaboe jonge opgeheven rifkalken voorkomen.

Voor zoover het eiland Soela besi is onderzocht, bestaat het grootendeels uit sterk geplooide schisten, die plaatselijk door jonge opgeheven rifkalken en ook door jonge zandsteenen en conglomeraten, waarin soms bruinkoollaagjes voorkomen, worden bedekt.

Fig. 3. Opgeheven rifkalken aan de oostzijde van het eiland Dimo (Soela eilanden).

Het verloop der kustlijnen, het voorkomen van warme bronnen en ook de topographische gesteldheid wijzen er op, dat talrijke breuken op de Soela eilanden voorkomen. We noemen slechts de warme bronnen aan de zuidkust van Taliaboe bij Mantarara; de kustlijn verloopt hier Noord-Zuid en in de voortzetting in noordelijke richting komen, nabij de noordkust, in het stroomgebied der Wai Madé ook talrijke warme bronnen voor.

Obi eilanden.

Voor zoover deze eilanden thans door de onderzoekingen van WANNER [1])

[1]) J. WANNER. Zur Geologie der Inseln Obi majora und Halmahera. Neues Jahrb. f. Min. etc. Beil. Band XXXVI. 1913, blz. 560.

en mijzelf bekend zijn, schijnt de geologische samenstelling in het zuidelijk deel van Groot-Obi en op het eiland Gomoemoe meer overeenkomst te vertoonen met die van de Soela eilanden en van Misool, terwijl die van het noordelijk deel van Groot-Obi en der overige eilanden der Obi groep meer schijnt overeen te komen met die der noordelijke Molukken.

De jurassische gesteenten, in habitus overeenkomend met die der Soela eilanden, welke ons van verschillende plaatsen in Zuidwest-Groot Obi bekend waren geworden, komen ook voor in de rivier Massak nabij Tandjong Ridjang (zuidwestpunt van het eiland). Op het eiland Gomoemoe werden enkele belemnieten gevonden in geplooide dikke zandsteenbanken met tusschenliggende zachtere, meer kleiige lagen. Op het eilandje Mala Mala nabij de westkust van Groot Obi verzamelden we verschillende variaties van serpentijn.

In het noordwestelijk deel van Groot Obi, in de baai van het eilandje Lapar baik, wordt andesiet van jongen habitus concordant door serpentijn

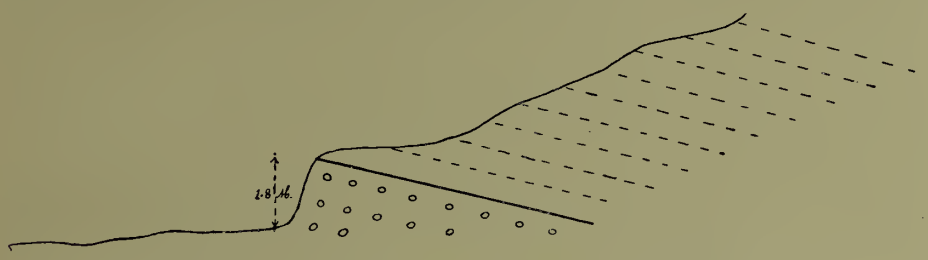


Fig. 4. Andesietisch gesteente bedekt door serpentijn.
Baai van Lapar Baik. (N. W. Obi).

andesietisch gest. serpentijn.

bedekt (tektstfig. 4). Dit schijnt er op te wijzen dat een deel der serpentijnen van de Molukken van effusieven oorsprong en van waarschijnlijk tertiairen (of jong-mesozoischen) ouderdom is. Dit werpt een geheel ander licht op de verbreiding en den ouderdom der verschillende eruptiefgesteenten in dit gedeelte van onzen archipel. Indien er serpentijnen van ongeveer gelijken ouderdom zijn als de effusiefgesteenten van jongen habitus, dan hebben deze jongere gesteenten — nog afgezien van de jongste, welke vulkaanvorm vertoonen — waarschijnlijk een zeer groote uitgebreidheid, want in de noordelijke Molukken komen soortgelijke gesteenten talrijk voor en misschien geldt dit ook voor een deel der serpentijnen in het zuidoostelijk deel van onzen archipel, b.v. die van Timor.

In het noordwestelijk deel van Groot Obi werden ook zanderige of breccieuse en meer kleiige, ten deele wel tufachtige sedimenten met sterk wisselende strekkingen en hellingen aangetroffen.

Overzicht der eilandenreeks Soela-eilanden-Obi-Misool.

Kenmerkend voor de eilanden dezer reeks, voor zoover zij geologisch thans bekend mogen worden verondersteld, is hun betrekkelijk eenvoudige tektonische bouw. De mesozoische lagen zijn er soms niet of weinig, soms intensief geplooid, doch in het geheel niet overschoven. WANNER noemt Misool een jong breukveld in een met 10 à 20° naar N. of NO. hellend tafelland. De breuken zijn op dit eiland zeer talrijk, ze verloopen min of meer evenwijdig aan de strekking der lagen en deden ook de tal van kleine eilandjes ontstaan, welke in de nabijheid der zuidkust van Misool voorkomen. Ze beheerschen eveneens de diepe onderzeesche geul tusschen Misool en Ceram, terwijl Misool zelf tot het plateau van Nieuw-Guinea behoort.

Verschillende facies van gesteenten van denzelfden ouderdom dicht bij elkander komen op deze eilanden niet voor en ook ontbreekt hier de groote verbreiding van diepzeeafzettingen, zooals in den Timor-Ceram boog.

Soortgelijke mesozoische gesteenten, als op deze eilanden voorkomen, zijn ook van enkele verspreide vindplaatsen op Nieuw-Guinea bekend (tot aan de rivier Tawarin nabij de noordkust op 139° 45′ O. L.) Misschien moet de voortzetting dezer eilandenreeks in deze richting worden gezocht. Wat de voortzetting in westelijke richting betreft, deze mag misschien worden aangenomen over de eilanden van den Banggai archipel naar het oostelijk deel van den oostarm van Celebes, waar soortgelijke gesteenten met belemnieten, als die der Soela-eilanden, door HOTZ [1]) werden aangetroffen. Naar hetgeen WANNER [2]) omtrent dit gebied mededeelt schijnen hier ook, evenals op de Soela-eilanden, eenvoudige tektonische verhoudingen te heerschen. Verder westelijk in den oostarm is volgens HOTZ de tektoniek ingewikkelder en ook de aldaar voorkomende gesteenten vertoonen overeenkomst met een deel der gesteenten van Boeroe, als welker voortzetting ze misschien mogen worden beschouwd. Door SUESS [3]) werd aangenomen, dat de voortzetting van het ketengebergte van Ceram eveneens op Nieuw-Guinea over het Charles-Louis gebergte moet worden gezocht en BOEHM [4]) heeft zich bij deze zienswijze aangesloten. Wij hebben reeds boven uiteengezet, hoe naar onze meening het ketengebergte van Ceram om de Banda zee heenbuigt en dat deze door overschuivingstektoniek gekenmerkte zone aan zijn buitenzijde omzoomd wordt door een

---

[1]) W. HOTZ. Vorläufige Mitteilungen über geologische Beobachtungen in Ost-Celebes. Zeitschr d.d. geol. Ges. LXV. 1913. Monatsber. no. 6 blz 329.

[2]) J. WANNER. Beiträge zur Geologie des Ostarms von Celebes. Neues Jahrb. f. Min. etc. Beil. Band XXIX 1910. blz. 739.

[3]) E. SUESS-DE MARGERIE. La Face de la Terre. III. blz. 318.

[4]) G. BOEHM. Neues aus dem Indo-Australischen Archipel. Neues Jahrb. f. Min. Beil. Band XXII 1906. blz. 385 e.v.

voorland zonder overschuivingstektoniek. De binnenste zone der gneissen en glimmerschisten van West- en Midden Ceram vinden we terug op het eiland Koer en nog verder zuidelijk tot het eiland Fadòh der Drie Gebroeders. Oostelijk van deze eilanden vormt dan het normaal geplooide tertiair der Kei eilanden met omgebogen strekking de voortzetting van het tertiair van West-Nieuw Guinea, terwijl de mesozoische gesteenten, welke in Oost-Ceram eene groote uitgebreidheid hebben en hier gedeeltelijk nog over tertiair zijn overschoven, in het grootendeels door zee bedekte gebied tusschen Oost-Ceram en de Tenimber eilanden slechts in geringe hoeveelheid worden aangetroffen.

DE KEI EILANDEN EN WEST-NIEUW GUINEA.

Van de Kei eilanden werd door mij het eiland Groot-Kei bezocht, terwijl in West-Nieuw Guinea, in het gebied ten Zuiden der Mac Cluer golf, nabij de westkust, enkele korte verkenningen konden worden uitgevoerd.

Groot-Kei.

Door de onderzoekingen van WERTHEIM, MARTIN en VERBEEK was ons de geologie der Kei eilanden reeds goed bekend geworden. VERBEEK vermeldt antiklinalen bouw in opper-eoceene lagen van Groot-Kei, terwijl langs de kusten breuken konden worden geconstateerd, hetgeen niet behoeft te verwonderen in verband met de zeer diepe zeeën, die nabij de Kei eilanden optreden. Nabij kaap Wahadan vond ik strekkingen afwijkende van de door WERTHEIM vermelde „evenwijdig aan de lengterichting van het eiland". Tusschen de kampongs Vako en Riamroe aan de Oostkust, nabij Kaap Wahadan, werden door mij plaatselijk glimmerzandsteenen en ijzerrijke gesteenten aangetroffen, die sterk herinneren aan mesozoïsche gesteenten, welke ons van naburige eilanden van den Timor-Ceram boog bekend zijn.

De mergelkalksteenen met vuursteensnoeren en groote lensvormige vuursteenen, die VERBEEK uit de nabijheid van Kilwair aan de oostkust van Groot-Kei vermeldt, komen ook op andere plaatsen voor (kaap Wahadan tusschen Riamroe en Vako). Deze gesteenten gelijken soms zeer veel op die van het tertiair nabij de westkust van Nieuw Guinea, ten Zuiden der Mac Cluer golf.

West-Nieuw Guinea.

Tijdens korte verkenningen bij Kokas en Fak fak ten zuiden der Mac Cluer golf kon worden geconstateerd dat in dit gebied, voor zoover thans bekend, een normaal geplooide kalksteen-mergel serie, waarin soms lagen en knollen van hoornsteen worden aangetroffen, voorkomt. Bij WNW.

strekking hellen de lagen nabij Kokas onder 20 à 30° naar Noord, bij Fak fak onder 15 à 20° naar Zuid. Zooals reeds boven werd vermeld, vertoonen deze gesteenten veel overeenkomst met het tertiair der Kei eilanden.

RUTTEN[1]) schijnt sommige globigerinen-kalksteenen van Kokas en Fak fak voor jonger-mioceen te houden, terwijl volgens hem verder zuidelijk in het kustgebergte ook gesteenten met typisch oud-mioceene foraminiferen voorkomen. De orbitoiden-kalksteenen van het eiland Karas zijn waarschijnlijk nog iets ouder. Omtrent een voorloopig onderzoek van enkele door mij verzamelde monsters, afkomstig van den steilen wand tegenover Fak fak en uit de nabijheid van Kaimana, had Dr. RUTTEN de goedheid mij het volgende mede te deelen:

No. II. 164. Afkomstig van den steilwand bij Fak fak. Witte globigerinen-kalksteen. Is zeer rijk aan niet mooi geconserveerde globigerinen en bevat weinig exemplaren van kleine textulariden en pulvinulina. Voorts komen er twijfelachtige resten van cycloclypeus, lepidocyclina en lithothamnium in voor. Zeer waarschijnlijk *posteoceen* en *praeplioceen.*

No. II. 172. Zelfde vindplaats. Geelgrijze kalksteen met lithothamnium, carpentaria, amphistegina, spiroclypeus cf. pleurocentralis Carter, kleine dikpuistige lepidocyclinen, die megalosfeer zijn (? L. VERBEEKI), enkele globigerinen en ? cycloclypeus. *Posteoceen* en *praeplioceen, wellicht boven-aquitanien.*

No. II. 177. Afkomstig van verstorte banken, wat meer binnenwaarts in de baai van Fak fak. Witte, koraalhoudende lithothamnium-kalksteen met talrijke foraminiferen, nl. groote en en kleine lepidocyclinen, spiroclypeus cf. pleurocentralis, miliolina, sp., ? cycloclypeus, kleine nummulieten uit de groep van den recenten N. cuminghii, ? polystonella. *Posteoceen* en *praeplioceen, wellicht onder-aquitanien.*

No. II. 193. Afkomstig van banken aan het strand niet ver van Kaimana. Geelwitte kalksteen, waarin foraminiferen tot meer dan 40 m.M. grootte voorkomen, die blijken spiroclypeus orbitoideus Douv. te zijn. Voorts kleine megalosphere lepidocyclinen, gypsina en enkele globigerinen. *Posteoceen* en *praeplioceen, wellicht aquitanien.*

Overzicht van West-Nieuw Guinea en Kei Eilanden.

We hebben reeds vermeld, dat het tertiair van West-Nieuw Guinea nabij de westkust, ten zuiden der Mac Cluer golf, veel overeenkomst vertoont met het tertiair der Kei eilanden. Volgens VERBEEK is op het eiland Groot-Kei het oud-mioceen reeds niet meer geplooid; in West-Nieuw

[1]) L. RUTTEN. Foraminiferenführende Gesteine von Niederländisch Neu-Guinea Nova Guinea Vol. VI Livr. II. 1914.

Guinea hebben nog jongere lagen aan de plooiing deel genomen, maar beide liggen buiten het gebied der zeer intensieve mioceene plooiingen op de eilanden van den Timor-Ceram boog. De talrijke eilanden der Klein-Kei groep bestaan bijna geheel uit koraalkalk. Aan den Gelanit op Klein-Kei zijn door VERBEEK brokstukken van eoceenen mergelkalksteen gevonden en op een nieuw eiland bij Oet (Klein-Kei groep) werden verbogen, ongeveer vertikaal staande, lagen van denzelfden mergelkalksteen aangetroffen. Misschien zijn de lagen op de, dichter bij de door ons veronderstelde voortzetting van het overschoven ketengebergte gelegen eilanden der Klein-Kei groep dus reeds intensiever geplooid. De NNW gerichte lijn, die de heuvels in het zuiden van Noehoe Roa en die bij Ewoe verbindt, loopt verder noordelijk over den Gelanit en dan juist over het nieuwe eilandje bij Oet. VERBEEK vermoedt, dat in deze richting ongeveer de strekking der zeer weinig ontbloote, geplooide eoceene lagen in den ondergrond mag worden gezocht. Indien de bovengenoemde veronderstelling juist is, dan verschilt de richting der plooiingsassen op Klein-Kei en Groot-Kei vrij aanzienlijk; die van Klein-Kei schijnt zich aan te passen aan de richting der eilandenreeks van den Timor-Ceram boog. In het kustgebergte van West-Nieuw Guinea, ten zuiden der Mac Cluer golf, verloopen de plooiingsassen ongeveer evenwijdig aan de kustlijn; omtrent het verband tusschen de plooiingsrichtingen van Groot-Kei en die van Nieuw Guinea ontbreken ons de noodige gegevens; het tusschenliggende gebied wordt geheel door zee bedekt.

DE NOORDELIJKE MOLUKKEN.

In de Noordelijke Molukken werden door mij twee doorsteken gemaakt op Halmaheira nl. dwars door den zuidoost- en dwars door den noordoostarm; verder werden verkenningen uitgevoerd op Batjan, Ternate, Waigeoe, Salawati, Jen eilanden en Batang Palé eilanden.

Halmaheira.

In den zuidoostarm tusschen Sepo en Maba heerschen strekkingen der lagen, welke ongeveer volgens de lengterichting van dien arm zijn gericht. De jong-tertiaire en ten deele waarschijnlijk ook oud-tertiaire zandsteenen, mergels, schalies en kalksteenen zijn soms sterk geplooid; vertikale of zeer steile stand der lagen werd op verschillende plaatsen waargenomen. Sommige kalksteenen zijn rijk aan nog niet nader onderzochte foraminiferen. Basische eruptiefgesteenten treden op talrijke plaatsen aan den dag; de waterscheiding bestaat op het pad echter uit de eerstgenoemde gesteenten. Jonge opgeheven rifkalken hebben in den zuidoostarm een groote uitgebreidheid.

In den noordoostarm bestaat de waterscheiding op het pad uit ten deele geserpentiniseerde basische eruptiefgesteenten. Ten noorden der waterscheiding zijn deze gesteenten over grooten afstand in de brontakken der rivier van Dodaga als vaste rots ontbloot. Verder noordelijk werden sterk geplooide tertiaire afzettingen aangetroffen, welke soms herinneren aan het plaatkalktertiair met hoornsteenbanden van West-Nieuw Guinea en van de Kei eilanden. Ten westen van Dodaga zien we op de basische eruptiva der noordkust kalksteenen met witbeplekte wanden rusten, waarvan reeds monsters door VERBEEK[1]) als jong-tertiaire amphisteginenkalksteen met lepidocyclinen werden bepaald. Ten zuiden der waterscheiding heerschen sterk geplooide tertiaire, zanderige, conglomeratische en kleiachtige, soms fossielhoudende gesteenten, waarin bankjes, lenzen en knollen van kalksteen voorkomen; de laatstgenoemde zijn dikwijls zeer rijk aan foraminiferen. We vonden hier ook intensief geplooide roode, paarse en grauwe, soms dunplatige, dichte kalksteenen, veelal met uitgeweerde banden, die sterk herinneren aan sommige variaties der kalksteenen, welke op de eilanden Boeroe en Ceram een zeer groote uitgebreidheid hebben. Deze gesteenten vertoonen een sterk wisselende strekking en helling en ook in de bovengenoemde tertiaire zandsteenen, kalksteenen enz. wisselen deze vrij sterk, terwijl aanzienlijke verplooiingen der lagen werden gezien. NNO strekkingen zijn wel onder de gemetene het talrijkst, maar ook N-Z tot NW strekkingen werden herhaaldelijk waargenomen.

Ten slotte dient te worden vermeld, dat we aan den oeverwand der rivier van Dodaga plaatselijk ook ongelaagde, zanderige kleien met een jonge fauna aantroffen, waardoor de geplooide afzettingen waarschijnlijk discordant worden bedekt.

Batjan.

Op Batjan werden verkenningen gedaan in het gebied ten noorden van de hoofdplaats Laboeha en in het Sibella gebergte. Het noordelijk deel van het eiland bestaat volgens VERBEEK uit oudere vulkanische gesteenten en jong-tertiaire (jong-mioceene) zandsteenen, kalksteenen, kleisteenen met bruinkoollagen. Oudere gesteenten, als granieten en gabbro's treden hier slechts plaatselijk aan den dag.

Van het zuidelijk deel van het eiland zijn oudere vulkanische gesteenten en de, ook op het noordelijk deel voorkomende, losse plioceene en kwartaire afzettingen en koraalkalk bekend.

Het middelste deel van het eiland wordt gevormd door een hoogen bergrug, het Sibella gebergte, dat bestaat uit verschillende schisten en daarin instrusieve dieptegesteenten. Ten deele zijn deze schisten wel

[1]). R. D. M. VERBEEK. Molukkenverslag loc. cit. blz. 264.

metamorphe basische eruptiva. De mij bekende strekkingen in de schisten (amfiboolschisten, epidootamfiboolschisten, grafietgneissen, muskovietgneissen, biotietgneissen, amfiboolgneissen, kwartsietschisten, grafietglimmerschisten e. a.) wisselen vrij sterk.

Waar de granieten enz. in het oostelijk en zuidelijk deel van Batjan blijkbaar op veel lager niveau voorkomen, maakt het Sibella gebergte den indruk van een horst; langs de randen komen talrijke warme bronnen voor. Mischien is hier de vorming der opgeheven gruisafzettingen en koraalkalken, welke op de minder opgeheven noordelijke en zuidelijke

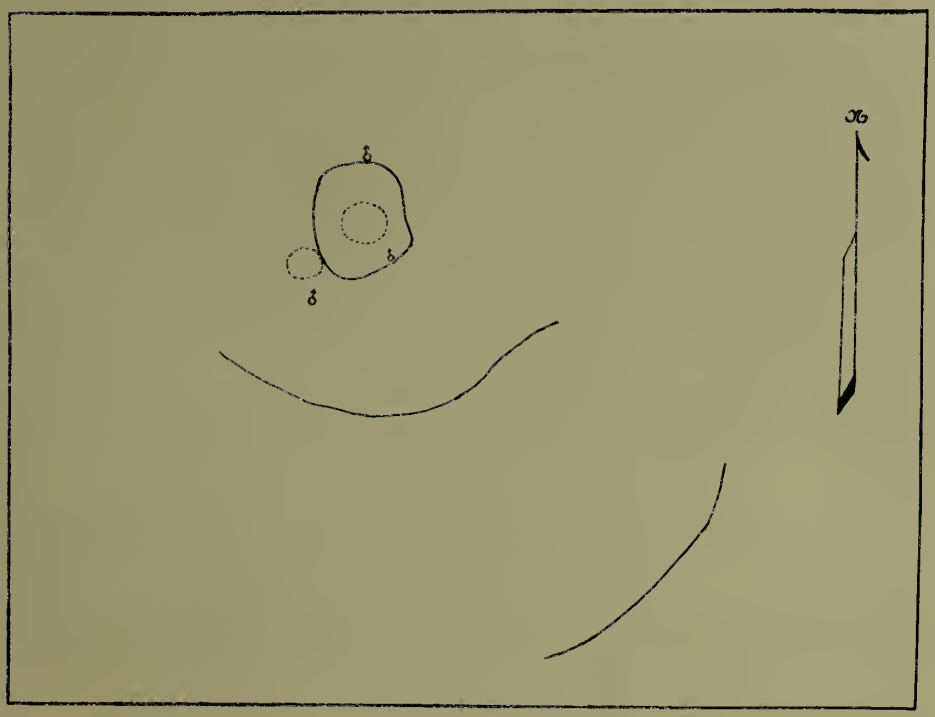


Fig. 5. De kraterranden van den Piek van Ternate (1 : 10000).
———— kraterranden.
..... gaten met krachtige dampontwikkeling.
♀ solfataren.

gedeelten van het eiland voorkomen, door afsnijding der kustlijnen volgens breuklijnen belet.

Het tertiair ten noorden van Laboeha bleek in de richting der horstvormige verheffing van het Sibellagebergte te zijn geplooid; WZW tot ZW strekkingen met wisselende, soms vrij steile, hellingen, werden hier gemeten.

Ternate.

Omtrent den tegenwoordigen toestand van den Piek van Ternate, zooals deze door mij tijdens een bestijging op 20 en 21 Juli 1915 werd waargenomen, kan het volgende worden medegedeeld. (Tekstfig. 5).

Een centrale kegel wordt aan de zuid- en zuidoostzijde door stukken van twee oude, grootendeels verdwenen, kraterranden omgeven. De oudste kraterrand is geheel begroeid en bevindt zich op een afstand van ongeveer 850 M. van den werkenden krater, de middelste kraterrand is grootendeels onbegroeid en bevindt zich op een afstand van ongeveer 350 M. van den werkenden krater. De kraterrand van den centralen kegel heeft een diameter van ongeveer 200 M. Op den kraterbodem is een diep gat met steile wanden (de werkende krater) dat tijdens mijn bezoek voortdurend met dampen was gevuld, terwijl ook de hevige regens en zware bewolking gedurende het grootste deel van mijn verblijf op den top de waarnemingen zeer bemoeilijkten. Het laagste deel van den smallen kraterrand, die overal, behalve tegenover de oude kraterranden, steil zeewaarts daalt, ligt in het zuidwestelijk deel en hier bevindt zich vlak bij den rand, aan de buitenzijde, een diep gat met vertikale wanden, dat eveneens voortdurend met dampen was gevuld. Vlak ten zuiden hiervan komen zeer sterk werkende solfataren voor met een overvloedig zwavelbeslag. We verzamelden talrijke gesteenten en vele insluitsels in de vulkanische gesteenten. Voor een beoordeeling van de geschiedenis van den vulkaan en van de differentiaties, waaraan het moedermagma tijdens den opbouw onderhevig was, moet tot na het onderzoek van dit materiaal worden gewacht. Het omvat de vaste lavastroomen, welke langs de helling van den oudsten vulkaanmantel plaatselijk zijn ontbloot, de vaste lava aan de binnenzijde van den middelsten kraterrand, de vaste lava, welke is uitgevloeid tijdens den opbouw van den jongsten eruptiekegel en ten slotte bommen en groote lavabrokken, benevens puimsteenstukken, welke werden uitgeworpen tijdens de allerjongste erupties.

Waigeoe.

Door VERBEEK waren ons peridotieten, gabbro's en serpentijnen met de hen vergezellende brecciën, zandsteenen, verkiezelde kleisteenen en tuffen van het noordelijk deel van het eiland, en tertiaire mergels en kalksteenen van het zuidelijk deel bekend geworden. Door mij werden verschillende plaatsen aan de noordkust bezocht (N.W. deel, Fofak baai, Kabarei baai), terwijl aan de zuidkust de nauwe ingang naar de Majalibit baai werd onderzocht. De kalksteenen bleken ook aan de noordkust voor te komen (Telok Woenoh), terwijl de tuf- en breccieachtige sedimenten ook aan de zuidkust onder de kalksteenen werden aangetroffen. Dicht voor het nauwste deel van den ingang naar de Majalibit baai zijn gebankte andesietische gesteenten

met jongen habitus aan beide oeverwanden ontbloot; ze worden, evenals de tuf- en breccieachtige sedimenten, direct door kalksteenen bedekt. Op het eiland Groot-Obi vonden we effusieven serpentijn rustend op andesiet met jongen habitus; op Waigeoe vonden we het eerstgenoemde gesteente in innig verband met tuf- en breccieachtige sedimenten en ik meen de mogelijkheid te mogen veronderstellen, dat vele intrusief- en effusiefgesteenten (inclusief een deel der serpentijnen) van dit gedeelte der Molukken van ongeveer gelijken, jongmesozoischen of tertiairen, ouderdom zijn als de tuf- en breccieachtige sedimenten.

Deze sedimenten zijn intensief geplooid; verticale stand der lagen werd b.v. gemeten in Noordwest-Waigeoe en op het eilandje Delphine in de Fofak baai. Op het eilandje Lawak nabij de Kabarei baai zijn ze zeer sterk verplooid met sterk wisselende helling en strekking der lagen.

De hoofdstrekkingsrichting der gemeten lagen langs de noordkust is W.N.W., langs de zuidkust maten we bij den ingang der Majalibit baai in de tuf- en breccieachtige sedimenten wisselende strekkingen (in hoofdzaak wisselend van O.–W. tot N.N.W.) en op het eiland Minjai Foen der Batang Palé-groep, nabij Zuidwest-Waigeoe, waar plaatselijk soortgelijke gesteenten zijn ontbloot, werd N.—Z. strekking waargenomen.

Ook de tertiaire kalksteenen van Waigeoe zijn duidelijk geplooid; varend langs de westkust zagen we in de witbeplekte wanden duidelijke hellingen van 15° tot 45° (naar schatting min of meer naar Zuid) en in den kalksteen van Telok Woenoh (Noordwest-Waigeoe) maten we Str. W. 40 Z. met hellingen van 45° naar Noord en 35° naar Zuid.

Salawati.

In de rivier Waioom bij kampong Tipin aan de noordkust van het eiland, welke rivier waarschijnlijk het materiaal afvoert van de verder landwaarts in gelegen hoogste toppen van het eiland, zijn de rolstukken zoo goed als alle van eruptieven oorsprong, slechts enkele stukken kalksteen en kiezelige gesteenten komen voor. VERBEEK bezocht eveneens het noordelijk deel van het eiland en verzamelde rolstukken van diabaas, diabaasporfyriet, diabaasbreccie en van grauwen kalksteen. Soortgelijke kalksteenen liggen volgens mijne onderzoekingen ten oosten van kampong Tipin concordant in een serie eruptiefgesteenten en breccies, die sterk is geplooid met W.N.W. strekking. De kalksteenen bevatten talrijke, nog niet nader onderzochte, versteeningen; ze zijn soms koralligeen.

Van het nabij de noordoostpunt van Salawati gelegen eilandje *Snapan* vermeldt VERBEEK diabaas met kopererts; wij vonden hier ook de tot dezelfde serie behoorende tuf- en breccieachtige sedimenten met W.N.W. strekking en zuidwestelijke helling.

Het zuidelijk deel van Salawati is laag; in straat Lenna tusschen het

eiland Warir en den vasten wal vonden we jonge, sterk geplooide zandsteenen en conglomeraten met een tusschenliggende dikke bruinkoollaag en W.Z W. tot W.N.W. strekking der lagen.

Jen-eilanden.

Deze ongeveer in W.N.W. richting gerangschikte kleine eilanden ten noordwesten van Waigeoe schijnen geheel uit kalksteen te bestaan. Het eiland Uranie werd bezocht; we vonden hier nabij zee koraalkalk en hooger op kalksteenen, welke ten deele rijk zijn aan foraminiferen.

Batang Palé eilanden.

Deze, grootendeels uit serpentijn opgebouwde eilanden, ten zuidwesten van Waigeoe, werden door BERNSTEIN [1]) in 1864 voor vulkaaneilanden gehouden. Dicht ten noordoosten van de kampong Mar Parear op het zuidelijkste eiland Minjai Foen werden soortgelijke gesteenten aangetroffen als die, welke ons reeds van de noordkust van Waigeoe, in innig verband met serpentijn waren bekend geworden. Het zijn dungelaagde, soms harde en dan wel kiezelrijke gesteenten met N-Z. strekking en een Oosthelling van 12°.

Overzicht der Noordelijke Molukken.

Behalve de reeds door ons vermelde vulkanische gesteenten met jongen habitus, vindt men deze gesteenten, evenals serpentijnen, ook op verschillende kleine eilanden in bijna geheel door zee bedekt gebied. Omdat ze op de grootere eilanden in aanzienlijke hoeveelheid voorkomen, vermoeden dat ze ook in het thans door zee bedekte gebied een groote uitgebreidheid hebben. Onze waarnemingen op Groot-Obi wijzen er op, dat een deel der serpentijnen van de Molukken van effusieven oorsprong en van betrekkelijk jongen ouderdom [2]) is. Ook de dieptegesteenten en zuurdere effusieva, welke aan Timor's noordkust te zamen met de serpentijnen voorkomen, komen op Groot-Obi voor.

Door de groote verbreiding van, grootendeels basische, intrusief- en effusiefgesteenten en van tertiaire kalksteenen, zandsteenen en conglomeraten, vertoonen de Noordelijke Molukken, wat hun geologische samenstelling betreft, een ander beeld als de eilanden van den Timor-Ceram boog

[1]) H. A. BERNSTEIN in Tijdschr. Ind. Taal-, Land- en Volkenkunde XIV 1864.

[2]) We hebben de mogelijkheid niet uit het oog verloren, dat de andesiet b.v. behoorde tot een intrusiefplaat en dan dus jonger zou kunnen zijn dan de erop rustende serpentijn. Met onze definitieve uitspraak hieromtrent zullen we wachten tot na het mikroskopisch onderzoek onzer gesteenten. LINCK beschouwt sommige serpentijnen (van Halmaheira) als veranderde andesieten (vgl. Kükenthal, Forschungsreise in den Molukken und in Borneo. Frankfurt 1896. bl. 87—89).

en ook als de eilanden der reeks Soela eilanden-Misool. Het noordelijke deel der Obi eilanden schijnt reeds meer overeen te komen met de Noordelijke Molukken.

Een jong ketengebergte, waarin de jong-tertiaire afzettingen soms intensief geplooid zijn, zet zich van Noord-Nieuw Guinea in de Noordelijke Molukken voort.

Door SUPAN [1]) werd verondersteld, dat de lange en zeer diepe onderzeesche geulen, welke de grootste bekende zeediepten omvatten, in verband staan met plooiingsverschijnselen. Indien we het verloop dezer geulen in aanmerking nemen, dan kan over de zeer verspreide en kleine eilanden in het gebied ten noorden en oosten der Molukken een aantal plooiingsbogen, evenwijdig aan deze onderzeesche geulen worden vervolgd, die naar het gebied der noordelijke Molukken schijnen te convergeeren. Groote zeediepten zijn bekend: 1. ten oosten der Marianen, daarna om het eiland Guam heenbuigend en verder doorloopend in zuidwestelijke richting, 2. ten oosten van het eiland Yap, verloopend in zuidzuidwestelijke richting, 3. ten oosten der Palau eilanden, eerst met N-Z. richting, daarna ombuigend in zuidwestelijke richting, 4. ten oosten der Talaud eilanden en der Philippijnen. Zij markeeren de oostelijke limiet der aziatische plooiingsbogen, waarvan de beide laatste tot in of nabij Halmaheira kunnen worden vervolgd. Het zuidoostelijk schiereiland van Halmaheira vindt zijn voortzetting over Gébée tot in het noordelijk schiereiland van Nieuw Guinea.

Naar Halmaheira schijnen dus de oostelijke aziatische en de noordelijke australische plooiingsbogen te convergeeren, de westelijkste der hier ter sprake komende bogen valt samen met den oostelijksten tak van de virgatie der Philippijnen.

---

[1]) A. SUPAN. Die Bodenformen des Weltmeeres, Petermann's Mitt. XLV 1899 bl. 177 e.v. Id. Die Sundagräben, Peterm. Mitt. LIII 1907 bl. 70—71.

Foto Dr. J. K. van Gelder.

Fig. 1. Slikbron nabij Boela (Oost-Ceram).

Foto Dr. J. K. van Gelder.

Fig. 2. Rotswand van oëlietischen massieven kalksteen.
(Oeverwand Wai Nief, Oost-Ceram; witte wand = verschuivingsvlak).

HET ZWAVELVOORKOMEN VAN DEN KAWAH IDJEN

DOOR

M. H. CARON.

(met Platen IV—VII).

Het algemeen aspect.

In het Oosten van het Idjenplateau (residentie Besoeki) verheft zich een van Java's schoonste natuurmonumenten, de Kawah Idjen (kawah = kratermeer). Van uit de afdeelings-hoofdplaats Banjoewangi, eindstation van de spoorlijn Kalisat-Banjoewangi, is het te bereiken langs een voor voertuigen geschikten weg, tot Litjin, waar in een gouvernementspassanggrahan [1]) overnacht kan worden; van Litjin uit leidt een goed onderhouden, breed pad, voor paarden begaanbaar, eerst door koffietuinen, daarna door een uitgestrekt bamboebosch, vervolgens door wildhoutbosch en ten slotte, van af Oengop-Oengop, waar de laatste, steile klim begint, door tjemarabosch [2]) naar den zuidwestelijken kraterrand; hier wordt men, bij zonnig weer, verrast door een grootschheid van natuur en een kleurenspel, zoo als men zelden elders zal aantreffen. In de diepte van den krater strekt zich, met schijnbaar onbewogen oppervlak, een langwerpig meer uit, omgeven door steile, onbegroeide wanden, welke aan de westzijde van elkaar wijken en steil dalen naar den uitlaat van het meer, waar de Banjoe Pait (beteekent: bitter water) het meerwater afvoert. Diepe nuanceeringen in de roodbruine oxydatiekleuren van den noordelijken kraterwand wisselen af met de gele kleur van den zuidoostelijken wand en vormen samen een heerlijk contrast met het troebelgroene meerwater waarover, bij tusschenpoozen, de dampen der in het oostelijk deel voorkomende solfataren (Pl. VII) heenglijden, als lichte nevels, die den op den achtergrond gelegen vulkaan Merapi gedeeltelijk aan het oog onttrekken. Om eenigszins een voorstelling te krijgen van hetgeen men daar ziet, is (Pl. IV, fig. 1) hierbij gevoegd, waarop rechts de dampen der solfataren met den Merapi gedeeltelijk zichtbaar zijn en links met een kruisje is aangegeven de plaats, waar bij den uitlaat sluizen zijn aangebracht door de irrigatieafdeeling.

Reeds in 1844 werd door JUNGHUHN de Kawah Idjen bezocht: hij beschreef den vulkaan in de 2e afd.: vulkanen en vulkanische verschijnselen

---

[1]) passanggrahan = soort hotel onder gouvernements beheer.

[2]) tjemara is een conifeer.

van zijn „Java". In dien tijd was een afdaling naar het meer blijkbaar niet mogelijk; evenmin schijnt het oostelijk deel van den krater bereikbaar te zijn geweest, aangezien JUNGHUHN niets vermeldt van opstijgende dampen in dat deel. Uit zijne beschrijving moet men opmaken, dat hij enkel aan den zuidwestelijken kraterrand is geweest. De lagen aan den oostelijken oever van het meer, welke ongeveer 60 M. boven den meerspiegel uitsteken en waarin *zwavelbanken* zich bevinden, werden niet door hem opgemerkt of mogelijk niet als zoodanig door hem herkend. Ook VERBEEK, die in 1886 de Kawah Idjen bezocht, heeft de zwavel niet gezien. Wel vermeldt VERBEEK het *opstijgen* van dampen „uit een spleet" en merkt hij op dat „zwavel, naar het schijnt, in fijn verdeelden toestand in het meer rondddrijft en hieraan zal wel de witachtig groene kleur of schijn van het water toe te schrijven zijn, meer dan aan fijn verdeelde kiezelaarde, zooals JUNGHUHN meent".

Tegenwoordig is een afdaling naar het meer heel gemakkelijk, daar door de irrigatie een pad werd aangelegd naar den uitlaat van het meer; van dit punt uit kan men met een prauw het meer oversteken en den oostelijken oever bereiken, waar de reeds eerder genoemde solfataren zich bevinden. Een opdracht om een onderzoek in te stellen naar de aldaar aanwezige hoeveelheid zwavel, stelde schrijver dezes in de gelegenheid enkele gegevens te verzamelen over het ontstaan der zwavelbanken.

De lagen, die men op den oostelijken oever aantreft, bestaan uit een complex van conglomeraten, zandsteenen, zwavelbanken, agglomeraten en tuffen, ter dikte van ongeveer 60 M. Zij hellen van den kraterwand af, doch liggen bij het meer nagenoeg horizontaal. De afbeeldingen op Pl. IV fig. 2 en Pl. V fig. 1 geven een voorstelling van het complex van lagen. De onderste worden gevormd door conglomeraten en zandsteenen, gekit door zwavel. In deze conglomeraten vindt men rolstukken van zwavelerts, waarover nader geschreven zal worden.

Hierop volgen de lichtgele fijn gelaagde zwavelbanken 1 en 2, van betrekkelijk groote homogeniteit en vastheid, bestaande uit amorphe zwavel, die gebonden is door een uiterst fijne, witte, op kaolien gelijkende substantie (bij verbranding dezer zwavel blijft een zeer fijne witte asch over; de samenstelling hiervan zal nader beschreven worden). De gelaagdheid ontstaat door afwisselende laagjes van grooter en kleiner zwavelgehalte, gemiddeld 55 – 60 %. Langs het laagvlak is de zwavel zeer goed splijtbaar. Van noord naar zuid nemen beide lagen in dikte af. De onderste laag wigt in het zuidelijk deel zelfs geheel uit. De maximumdikte van de onderste laag is 5 M. en die van de hierbovenliggende zwavelbank ruim 6 M.

Een zeer wit agglomeraat van 13 M. dikte ligt op de 2e zwavelbank.

Een 3e zwavelbank, ongeveer 8 M. dik, volgende op dit agglomeraat, bestaat voor het grootste gedeelte uit zachte kleibankjes met betrekkelijk gering

zwavelgehalte. Deze wisselen af met bankjes van 50– 60 % S gehalte, welke van denzelfden habitus zijn als de zwavelbanken 1 en 2 In de hoogstgelegen bankjes komt zwavel voor van een schijnbaar oölitisch karakter; echte oölieten zijn het niet, daar ze geen kern bezitten. Deze holle, dunwandige zwavelkogeltjes van enkele mM. diameter zijn meestal gebroken en dan opgevuld met klei. In deze 8 M. dikke bank is slechts 2.15 M. zwavelerts met ± 55 % zwavelgehalte voorhanden. Door de wisselende hardheid der opvolgende laagjes, zijn de hardere bankjes door erosie uitgeprepareerd, waardoor deze bovenste zwavelbank een sterk relief heeft, zooals op Pl. IV, fig. 3 duidelijk uitkomt.

Een 8 M. dik agglomeraat, minder licht gekleurd dan het eerstgenoemde, met zeer groote blokken, treft men boven de hoogst gelegen zwavelbank aan.

Daarop vindt men een horizont van groene, kristallijne, druppel- en blaasvormige zwavel, waarin veel stukjes lapilli ingesloten zijn. Deze horizont varieert van enkele centimeters tot 4 dM. dikte.

De bovenste deklagen worden gevormd door agglomeraten en tuffen ter dikte van 9 M.; de bovenste tuflagen zijn gekit door gips.

Ter verklaring van het ontstaan dezer zwavelbanken gaan we eerst na, welke chemische processen, waarbij zwavel vrij komt, in het meer plaats vinden. In het oostelijk deel, dus betrekkelijk dicht bij de solfataren, heeft een levendige emanatie plaats van zwavelwaterstof langs den oever en ook verder in het meer. Wanneer men de analyse nagaat van het water uit de reeds genoemde Banjoe Pait (zie VERBEEK en FENNEMA, Geologische beschrijving van Java en Madoera, p. 82), dan valt daarin dadelijk op de aanwezigheid van ferrosulfaat naast ferrisulfaat, in tegenwoordigheid van vrij zoutzuur. Het ontstaan van ferrosulfaat is als volgt te verklaren: de zwavelwaterstof reduceert het ferrisulfaat tot ferrosulfaat, doch wordt zelf geoxydeerd en valt uiteen in amorphe zwavel en water. Het ferrosulfaat neemt aan de oppervlakte weer zuurstof op en gaat over in ferrisulfaat. De chemische bestanddeelen van het meerwater leveren dus een continu kringproces voor de oxydatie van H_2S, waarbij voortdurend fijne amorphe zwavel wordt afgezet. Deze zwavel blijft geruimen tijd in suspensie in het meerwater en geeft daaraan de troebele tint. De verklaring van VERBEEK, dat de melkachtige tint van zwavel afkomstig is, blijkt dus inderdaad juist. Een andere bron, waaraan het meerwater zijn zwavelgehalte dankt, zijn de solfataren. Bij de veelvuldig voorkomende valwinden strijken de zwaveldampen over het water en staan, bij de aanraking er mee, zeer fijne zwavel af. Deze zwavel drijft op het water, wordt door den wind in slieren samengeveegd en opgestuwd tegen de oevers. Hier, in de branding, zet de fijne zwavel zich om de luchtbelletjes van het schuimende water heen. Door de rolling der golfjes worden die huidjes

steviger en dikker, de vele holle kogeltjes kitten samen tot sponzen of worden afzonderlijk aan de oevers aangespoeld. Vele van zulke zwavelsponzen ziet men langs den oostelijken oever en ook in het meer drijven.

In den drogen tijd, wanneer het meerwater een paar meter beneden den uitlaat daalt, komt in het oostelijk gedeelte, bij de solfataren, een strook strand droog, waaraan men de recente afzettingen kan bestudeeren. Men vindt hier n.l. zand- en kleibankjes, waarin zwavelkogeltjes als gezaaid liggen. De kleibankjes met pseudo-oölitische zwavelbolletjes komen in habitus en samenstelling overeen met de oölitische kleibankjes, die we aantroffen in de bovenste zone van de 3e zwavelbank; hier echter zijn de kleibankjes vaster geworden door den druk van het dekmateriaal. Uit Pl. VI, fig. 1, waarin links de recente, rechts de oudere afzetting is voorgesteld, ziet men dat de overeenkomst tusschen beide zeer groot is. Uit analogie moeten de oölitische zwavelbankjes van de 3e bank wel gerangschikt worden onder de *ondiepe* of *oeverafzettingen* van het meer.

Verder van den oever, in het diepe gedeelte van het meer, zal enkel de zeer fijne zwavel bezinken. Gedurende den natten moesson zullen de verweerde aschdekken langs de hellingen uitgespoeld worden; het grove zandmateriaal zal langs de oevers afgezet worden, terwijl de zeer fijne klei lang in suspensie blijft, door het geheele meer heen zweeft en ten slotte geleidelijk met de fijne zwavel uit het meer zal precipiteeren. Daar in den drogen tijd weinig slib in het meerwater komt, zullen in de twee moessons afwisselend laagjes van kleiner en grooter zwavelgehalte op den bodem van het meer afgezet worden, waardoor een zekere gelaagdheid zal ontstaan. Het zwavelkleislik, dat in het diepe meergedeelte, ver van den oever wordt afgezet, zal zich dus kenmerken door groote fijnheid en betrekkelijke homogeniteit. Wel zullen in het meer enkele zwavelkogeltjes bezinken en in het fijne zwavelkleislik terecht komen, doch dit doet aan het eigenlijke karakter niets af. Hoewel deze recente *diepmeerafzetting* nergens waar te nemen is, laat ze zich uit de voorafgaande beschrijving zeer goed reconstrueeren. De zwavelbanken 1 en 2 vertoonen er de volgende overeenkomst mee: *gelaagdheid* tengevolge van wisselend S gehalte (Pl. VI, fig. 2); de zwavel is uiterst *fijn* en *amorph*; in de laagjes vindt men hier en daar holle zwavelkogeltjes. Uit een analyse van de fijne asch, die na verbranding der zwavel achterblijft, bleek dat daarin voorkwam 4.1—4.5 % Al_2O_3, en een geringe hoeveelheid gebonden SO_4, terwijl de rest uit kiezelzuur bestond. Deze analyse vertoont voor klei, zelfs kiezelzuurrijke soorten, een veel te klein Al_2O_3 gehalte. In aanmerking moet echter genomen worden dat de samenstelling van het kleibestanddeel dezer lagen, nadat ze boven water kwamen, sterk veranderd moet zijn; zwavel toch oxydeert aan de lucht langzamerhand tot zwavelzuur; dit vrije zuur moet een ontledenden invloed op de klei uitgeoefend hebben;

zoodoende werd $Al_2(SO_4)_3$ gevormd, dat met doorsiepelend water naar het meer afgevoerd is. Vandaar het hooge gehalte aan aluminiumsulfaat in het meerwater, zooals de analyse van het Banjoe Pait water toont en het lage Al_2O_3 gehalte in de asch van de zwavelbanken. De oorspronkelijke aluminiumsilicaten zijn dus grootendeels ontleed door het vrije zwavelzuur; het kiezelzuur bleef achter en vormt nu het hoofdbestanddeel. Gelijksoortige reacties vinden plaats in sterk pyriethoudende leien, zooals *Lindgren* opmerkt op pag. 55 van zijn *Mineral deposits* (uitgave 1913): „waters percolating through oxidizing pyritic shales, sometimes contain large amounts of the sulfates of aluminium and ferrous iron; evidently this happens only when comparatively large amounts of sulphuric acids, which is capable of attacking aluminous silicates, are set free".

Uit het voorafgaande blijkt, dat de zwavelbanken 1 en 2 gerangschikt moeten worden onder de *diepmeerafzettingen*. Ten slotte moet men ook aannemen, dat de tufdeklagen eveneens in het meer bezonken zijn. Het bindmiddel dezer tuffen is n.l. *gips*, dat enkel afkomstig kan zijn uit het meerwater. Tegenwoordig wordt langs de oevers veel gips afgezet.

CONCLUSIE:

1°. De horizontale zwavelbanken, voorkomende in het oostelijk deel van den krater, zijn chemische meersedimenten.

2°. De fijnkorrelige zwavelbanken 1 en 2, zijn *diepmeerafzettingen*. De homogene samenstelling dezer lagen wijst op regelmatige solfatarenactiviteit.

3°. De zwavelbankjes met pseudo-oölitisch karakter, voorkomende in zwavelbank No. 3, zijn *oeverafzettingen*. Het aanwezig zijn van kleibankjes met gering zwavelgehalte in deze 3e bank wijst op schommelingen in de solfatarenactiviteit.

Bij de beschrijving der zwavelbanken is niet nader besproken het ontstaan van den groenen slakkenzwavelhorizont, omdat er geen verband bestaat tusschen beide afzettingen. Deze horizont, met blaas- en druppelvormige, groene, kristallijne zwavel doet denken aan een plastischen zwavelstroom, die over den meerbodem is heengevloeid en stukjes lapilli van het onderliggende agglomeraat in zich heeft opgenomen. De zwavel zou afkomstig kunnen zijn van opeenhoopingen bij de solfataren, welke door verhoogde activiteit van den krater weder tot smelting gebracht werden en naar het meer afvloeiden. Een analoge groene, reeds weer verharde zwavelstroom, vindt men bij de solfataren; deze dankt waarschijnlijk zijn ontstaan aan de uitbarsting in 1817.

Secundaire veranderingen van een deel der zwavelbanken.

Van een voorkomen van gelaagde kristallijne zwavelbanken, die hetzelfde

kaolienachtige bijmengsel bezitten als de zwavelbanken 1, 2 en 3, is nog geen melding gemaakt. Het zwavelgehalte in die nog niet beschreven banken bedraagt 80 - 90 %, aanzienlijk hooger dus dan dat in de banken 1, 2 en 3 welke voor 50—60 % uit S bestaan. Men kan op enkele plaatsen waarnemen dat die kristallijne zwavelbanken liggen op lagen, waaruit de zwavel geheel verdwenen is. Opmerkelijk is bovendien dat deze lagen gedisloqueerd en vaak sterk opgeheven zijn.

De oorzaak van deze afwijkingen moet gezocht worden in lava-inpersingen, zooals op Pl. V, fig. 2 te zien is. Aan het contact is de witte kaolienachtige substantie, welke na sublimatie van de zwavel door de heete lava overbleef, gebakken en hard geworden. Verder van het contact neemt de vastheid af en kan men de witte gelaagde kaolienachtige substantie tusschen vinger en duim fijnwrijven; hierboven ligt de zone van secundair verrijkte, kristallijne zwavel met nog zichtbare laagstructuur. Op deze kristallijne zwavel volgt weer de zone van normalen habitus, waar de invloed van de lava niet meer gevoeld is. Door dislocatiespleten, ontstaan door de lava-inpersingen, vonden de zwaveldampen een uitweg, doch werden langs de koelere wanden ten deele weer vastgelegd. De hier afgezette zuivere kristallijne zwavel heeft een ertsachtig voorkomen, vaak met bandstructuur. Even zij hier nog aangehaald een merkwaardig voorkomen van lavakogeltjes, waarvan de kernen bestaan uit een weinig kristallijne zwavel en kaolien. Op één plaats kan men aan het contact der lava met de zwavelbanken een oppervlak, geheel bezaaid met zulke kogeltjes, waarnemen. Hun ontstaan danken zij aan inpersing van de lava tusschen de zwavellaagjes; daarbij werden kleine hoeveelheden lava van de hoofdmassa afgesnoerd en voortgestuwd tusschen de nagenoeg geheel ontzwavelde, kaolienachtige, overblijvende substantie, waarin ze, als in meel, voortgerold werden en zoo hun ronden vorm verkregen.

In het begin, toen de lava nog dun vloeibaar en de sublimatie pas begonnen was, sloten ze kleine hoeveelheden van deze zwavelkaolienmassa in zich op. Bij de snelle afkoeling dezer kleine massa's werd de lava spoedig taai-vloeibaar en vond de ingesloten zwavel geen gelegenheid meer om te ontwijken. Dit verklaart de aanwezigheid van kristallijne zwavel en de kaolienachtige substantie in de kernen van deze lavakogels, van welke Pl. VI, fig. 3 een beeld geeft.

Bodembeweging.

De zwavelbanken aan den oostelijken oever, die (zooals beschreven is) chemische meersedimenten zijn en een deel van den kraterbodem vormden, kwamen boven water door instorting van het overige deel van den kraterbodem. Wel deed het nu boven water uitstekende deel aan de beweging mee, doch het bleef ten opzichte van het grootere deel achter; de sterke

nasleuring van de horizontale lagen bij den kraterwand getuigt voor deze opvatting. Zeer waarschijnlijk zijn er meer perioden geweest, waarbij dit gedeelte boven water is gekomen: men vindt n.l., een conglomeraatbank (te voren reeds vermeld) onder zwavelbank Nr. 1, waarin rolstukken van gelaagde, typische diepmeerzwavel voorkomen. Deze moeten afkomstig zijn van een oudere afzetting die, waarschijnlijk door erosie, reeds geheel verdwenen is. Hierna moet opnieuw inzinking plaats gehad hebben en zijn de zwavelbanken 1, 2 en 3 afgezet.

CONCLUSIE:

Men mag dus aannemen dat de bodem van het meer is opgebouwd uit verschillende zwavellagen, van elkaar gescheiden door agglomeraten en tuffen en dat het aantal dezer zwavelbanken grooter is dan dat, wat aan den oostelijken oever zichtbaar is. Welke secundaire invloeden op deze lagen gewerkt kunnen hebben, is niet bij benadering te zeggen.

Agglomeraten en tuffen vertegenwoordigen uitbarstingen van den vulkaan, maar ook de rustperioden, met enkel solfatarenactiviteit, worden in dit merkwaardige voorkomen gerepresenteerd en wel door zwavelbanken.

Fig 1. Panorama van den Kawah Idjen.

Fig. 2. Overzicht van de zwavelbanken.

Fig. 3. Zwavelbank.

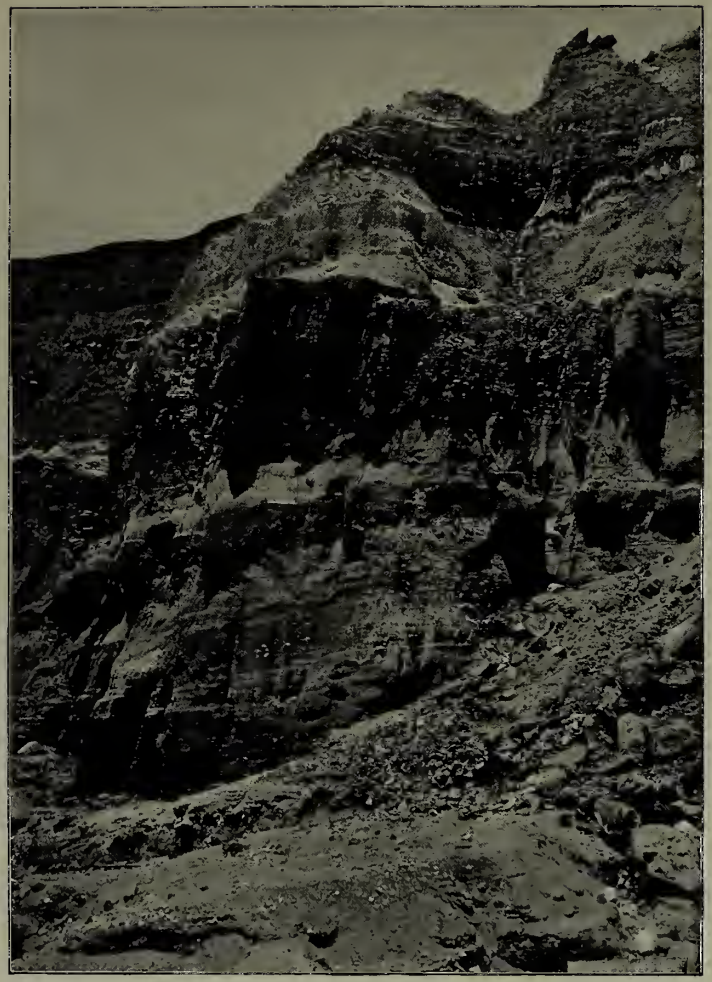


Fig. 1. Zuidelijk front in het hoofdcomplex.

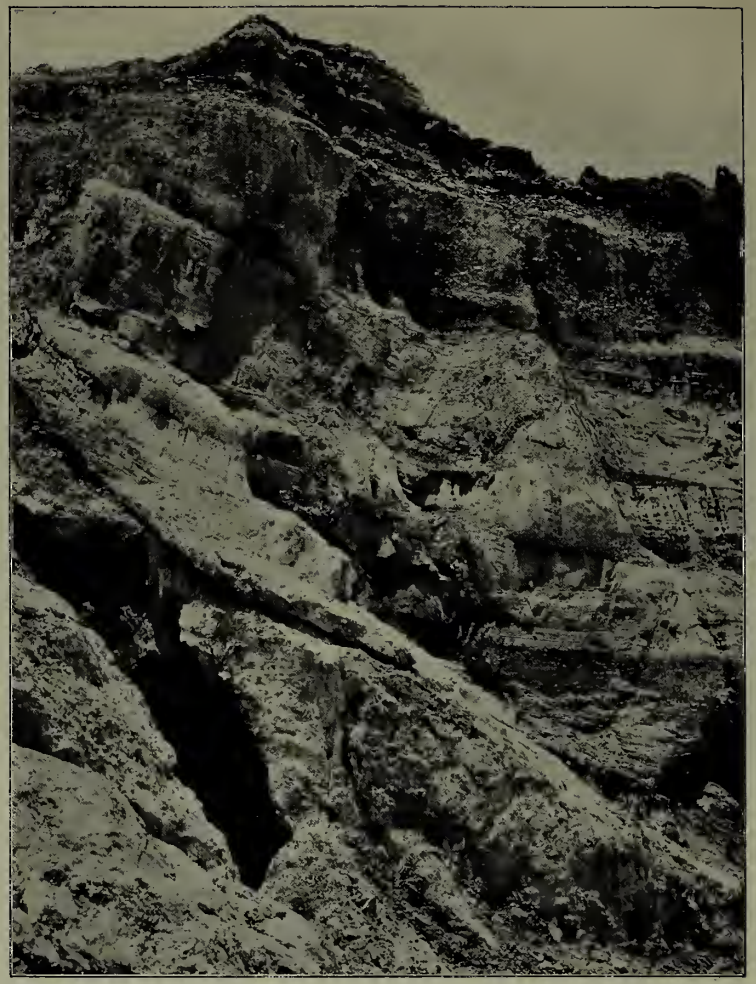


Fig. 2. Lava-inpersing onder zwavelbank.

Fig. 1. Recente- (l) en oudere afzetting (r) van kleibankjes met pseudo-oölitische zwavelbolletjes.

Fig. 2. Gelaagde zwavel.

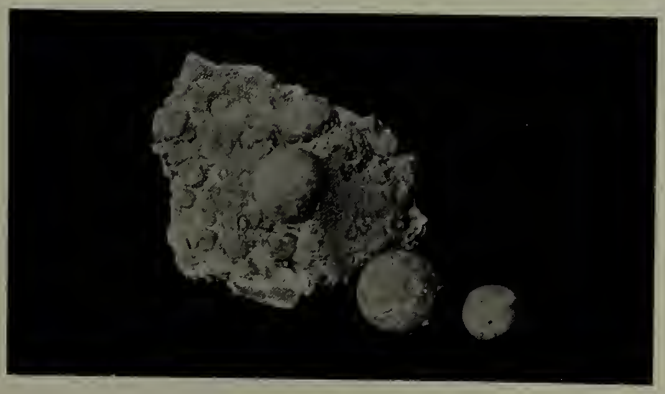


Fig. 3. Lavakogels.

Solfataren in het oostelijk deel.

HET CALDEIRA-PROBLEEM.

DOOR

N. WING EASTON.

Het heeft reeds lang de aandacht getrokken dat een aanzienlijk percentage der vulkanen — en niet het minst in Ned. Indië — in het bezit is van een naar verhouding van de veronderstelde kraterpijpdoorsnede veel te grooten kraterbodem.

Een dergelijke, dus abnormale, krater kan als caldeira (Portug. = ketel) aangeduid worden [1]); er wordt bij deze definitie dus niet geprejudicieerd op de ontstaansvoorwaarden. [2])

Het is natuurlijk dat door afstorting, uitschieting en wellicht afsmelting, ook bij een „normalen" krater de bodem wat grooter kan zijn dan de theoretische (die eigenlijk dezelfde doorsnede zou moeten bezitten als de kraterpijpopening) maar daarmede wordt zoo'n krater nog geen caldeira. Uit den aard der zaak zal men soms wel eens in twijfel kunnen zijn welke naam moet worden toegekend.

Terwijl bij gewone kraters de bovenrand van den trechter een doorsnede van slechts weinige honderde meters heeft, meten de caldeira's hun doorsneden bij kilometers en zij kunnen reusachtige grootten bereiken (de oude Idjen-caldeira 16 KM.; — die van den Ringgit wordt door VERBEEK met 21 KM. aangegeven; — Java p. 77, 69). Daarenboven zijn zij gekenmerkt door zeer steile, dikwijls loodrechte binnenwanden die (bij den Rindjani) tot 1000 M. hoog kunnen worden (Raoeng, Kendeng-Idjen, Tengger ruim 500 M.). Veel voorkomend is tevens een vlakke bodem, soms „zandzee" genoemd (Tengger, Slamet, Raoeng).

Door de genoemde eigenschappen onderscheiden zij zich van de echte, normale kraters.

Aan het detailonderzoek dier caldeira's is in Indië nog weinig gedaan; slechts één, die van den Tengger, is wat nauwkeuriger doch nog niet voldoende nagegaan (VERBEEK, Java, p. 120).

---

[1]) De verschillende schrijvers over vulkanisme zijn het over de definitie eener „caldeira" niet eens (zie R. A. Daly, Igneous rocks and their origin, 1914, p. 144).

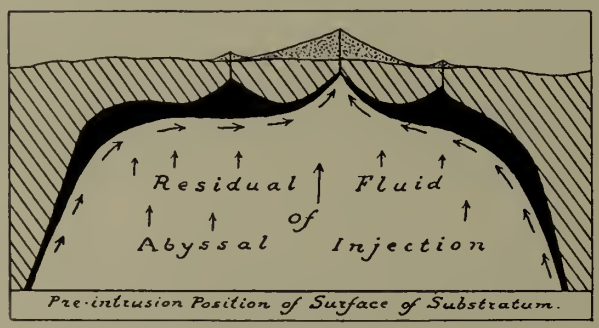
[2]) Schrijver dezes gaat hier accoord met Daly (l. c. p. 147) waar hij zegt: „If the actually exposed „necks" of the world indicate the maximum size of central conduits, the vents beneath calderas must have cross-sections much smaller in area than the floors of the corresponding great depressions.

The writer is, in fact, inclined to make this the criterion for distinguishing explosion-craters from calderas."

Tot goed begrip van het volgende mogen eenige algemeene opmerkingen over het vulkanisch mechanisme voorafgaan.

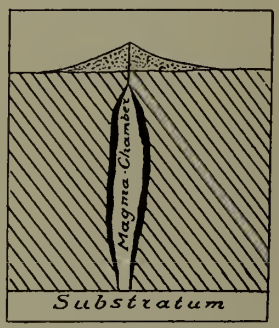
Daly, in zijn genoemd werk, heeft op p. 174 e.v. op theoretische gronden het mechanisme der „abyssal injection" uit het vloeibare substratum, dóór de „viscous layer" in het onderste gedeelte der aardkorst trachten te verduidelijken. Daargelaten of zijn verklaring de juiste is, komt het mij voor dat de geologische waarnemingen omtrent laccolithen, eruptiefgangen, vulkanen enz. wel dwingen tot de noodzakelijkheid van zulke magma-injecties in hier en daar aanwezige of gevormde ruimten. Deze laatste kunnen dan op een of andere wijze door spleten met de aardoppervlakte in verbinding komen en indien dit geschiedt kort na de magma-vulling,

Fig. A.



Ideal longitudinal section of an abyssal injection showing the relation of vulcanism to the secular rise (arrows) of juvenile gas. The middle vent is active because it originates at the highest point (cupola) in the injected body. The other vents are extinct because of this advantage of the middle vent. Solid black represents the already crystallized material of the injection. Cross-lined area is the country rock. Length of section about 100 KM.

Fig. B.



Ideal cross-section through the middle cone shown in fig. A.

dus zoolang de vloeistof nog flink verhit is, kunnen extrusies plaats hebben.

Daly stelt zich deze vulkaanvorming voor als in de hierbij staande figuren A en B is geschetst (l. c. pag. 270/1). De magmakamer is hier dus vertikaal en spleetvormig; de actieve vulkaan staat boven het hoogste punt van de spleet; de uitgewerkte vulkanen boven lagere punten en hun toevoerkanaal is onderaan totaal verstopt door reeds gekristalliseerd magma.

Ik kan mij in geenen deele met die voorstelling vereenigen.

Ten eerste: de toevoerspleet uit het substratum moge in het algemeen vertikaal zijn, dat dit ook met de door magma opgevulde ruimte in de korst het geval *moet* zijn wil er bij mij niet in; integendeel lijkt mij dit hoogst onwaarschijnlijk en geloof ik dat die ruimte, bij een willekeurige

gedaante, veeleer een horizontale of zwak-hellende, dan een vertikale lengteuitgestrektheid zal bezitten (vergelijk de bekende laccolithen).

Ten tweede kan ik niet inzien dat — anders dan in het begin — (zie hieronder) een uitvloeiing of eruptie kan plaats hebben, tenzij men aanneemt dat de toevoer van magma uit het substratum onophoudelijk vernieuwd resp. aangevuld wordt, wat DALY zelf echter niet veronderstelt, behalve dan in bijzondere gevallen (p. 184/5). Ik zelf acht een open blijven van de toevoerspleet in de viscous layer — anders dan bij wijze van uitzondering — zeer problematisch; daarop wijst trouwens ook het betrekkelijke korte leven van een vulkaan Is echter de oppersing van het magma slechts spontaan en zeer tijdelijk, dan is het zelfs mogelijk dat de ruimte in de korst niet geheel gevuld wordt; wij willen intusschen voor de eenvormigheid aannemen dat dit wèl het geval is. Ontstaat nu een spleet van die ruimte naar de oppervlakte, dan zal het met gassen onder hoogen druk verzadigde magma daarin opstijgen, misschien ook stormachtig uitvloeien (ofschoon de omstandigheden niet dezelfde zijn zou men hier een vergelijking kunnen maken met een spuitende petroleumbron). Dit moge eenigen tijd doorgaan, er komt — m. i. al zeer spoedig — een oogenblik dat er geen vrijwillige uitvloeiing meer plaats heeft, omdat de stuwende kracht, plotselinge expansie, heeft uitgewerkt. Ligt nu de monding der afvoerspleet aan een hoog punt der magmaruimte, dan zal de spleet ledig loopen en ik zie niet in hoe dan ooit weer een eruptie daardoor heen zal kunnen geschieden, daar het magma-volume natuurlijk verminderd en de ruimte dus niet meer geheel gevuld is. Ware die ruimte derhalve vertikaal (zooals DALY aanneemt) dan zou het met die eerste eruptie uit zijn en het magma verder rustig afkoelen.

Het komt mij voor dat DALY zich „blind heeft gestaard" op de Hawaiivulkanen, die hij zelf bezocht en waarvan in zijn werk herhaaldelijk gewag gemaakt wordt. Inderdaad zou men kunnen veronderstellen dat hier voortdurend aanvulling van magma uit het substratum plaats heeft, doch er schijnt uit het oog te zijn verloren dat het Kilauea-type niet als het normaaltype van een vulkaan kan gelden.

Merkwaardig is ook DALY's verklaring der periodiciteit op p. 275. De plaatsruimte laat echter niet toe hierop nader in te gaan; ik wil er alleen van zeggen dat ze m.i. in den grond der zaak geen verklaring is, maar een cirkelredeneering.

Is de gevulde ruimte echter meer horizontaal en komt de uitvoerspleet niet op het hoogste maar integendeel op een lager punt *c* uit, dan verandert de zaak geheel en al (Fig. C.). Na de eerste stormachtige eruptie of opstijging zal het magma-niveau b.v. tot *aa* gedaald zijn. Er is nog altijd genoeg stuwende kracht om de vloeistof in de spleet *ce* te houden en in de ruimte *aPa* verzamelen zich de gassen uit de bovenste lagen, die al spoedig

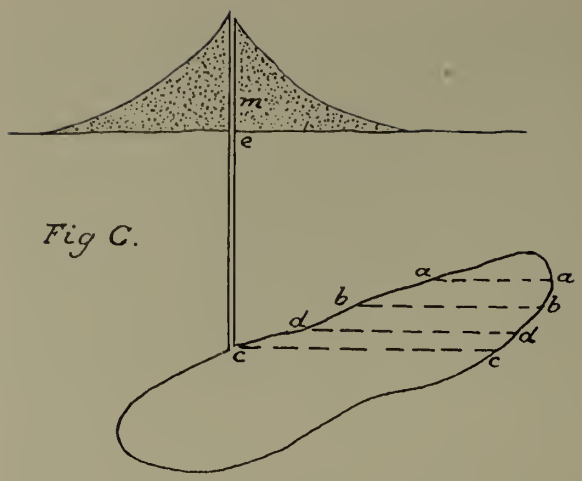


Fig C.

genoeg spanning verkrijgen om de magmakolom weer tot *e* te brengen (de eigenlijke spleet-erupties en de vorming van lava-dekken). Dit zal voortgaan totdat het niveau *bb* bereikt is en het ontwijken der gassen uit het magma niet vlug genoeg meer gaat om den druk in *bPb* voortdurend op peil te houden. Vanaf dat oogenblik heeft stolling in en gedeeltelijke verstopping van de spleet plaats en komen de periodieke erupties (vulkaanvorming). In den eersten tijd zal, als de noodige gasdruk weer hersteld is, nu en dan nog wat lava uitvloeien (vorming van den vulkaanvoet); zoodra evenwel niveau *cc* is bereikt zullen de gassen zelf zich met geweld een weg door het magma in de spleetbanen en verschijnt de eerste groote ascheruptie: een deel van het magma wordt uitgeworpen en de rest zakt in de voedingskamer terug tot niveau *dd*, hooger dan *cc*, aangezien de gasdruk door de eruptie sterk verminderd is. Langzamerhand wordt deze weer grooter, het magma rijst in de „kraterpijp", maar komt niet meer tot den top en eindelijk heeft de tweede ascheruptie plaats onder minder grooten druk dan de eerste maal omdat het magmaniveau in de pijp lager was. Dit gaat zoo door tot het niveau *cc* in de kamer door het terugvloeiende magma niet meer wordt overschreden.

De gassen in de ruimte boven het magma zullen echter ook — dit is door DALY wel waarschijnlijk gemaakt, (p. 212/3) — insmeltend werken op den omtrek en dus de hoeveelheid magma vermeerderen; dat is één der redenen (hieronder worden nog een paar aangevoerd) dat de vorige toestand weer kan intreden en lavastroomen uit den krater kunnen uitvloeien. Geleidelijk zal natuurlijk die toestand zeldzamer worden en hoe hooger de vulkaan wordt, hoe grooter tevens de verhouding van de efflata tot de vaste lava; dit is dan ook het normaal geobserveerde verschijnsel.

Lager dan *cc* kan het magmaniveau niet dalen (tenzij een andere spleet ontstaat, die op een lager niveau uitmondt); alsdan treedt het solfatarentijdperk voor den vulkaan in.

Na deze inleiding, die noodzakelijk was om het standpunt, waarop ik mij ten aanzien der vulkaanvorming gesteld heb, duidelijk te maken, zal met het eigenlijke onderwerp, de caldeira's, worden voortgegaan.

Omtrent de ontstaansvoorwaarden zijn verschillende hypothesen opgesteld, die echter, voor zoover zij op de caldeira's naar bovenstaande definitie betrekking hebben, tot twee principieel van elkaar afwijkende kunnen worden teruggebracht.

I. „Het in de kraterpijp opstijgende magma smelt den (meest uit losse producten bestaanden) mantel aan de binnenzijde weer in; bij de opbouwing van den berg zal zich dus ook de lavaruimte onder den mantel steeds vergrooten en wanneer nu door de een of andere oorzaak de lava plotseling terugzinkt (ten gevolge van de opening van nabijgelegen kraters of door andere oorzaken) dan zal de vulkaanmantel als een holle kegelvormige schaal blijven staan. Dan zijn die geweldige *instortingen* denkbaar, waarbij hooge vulkaankegels in de diepte verzinken en alleen de buitenste voet als een in lagen afgezet ringgebergte met kolossaal grooten instortingskrater blijft staan. Zonk het magma niet terug en kon het ook niet meer uitvloeien dan zal het langzaam bekoelen en dus waarschijnlijk kristallijn-vast worden. Door latere afspoeling van den mantel blijft alleen een meer of minder stompe gebergtekop over, zonder kratervorm."

Profiel van een werkenden vulkaan

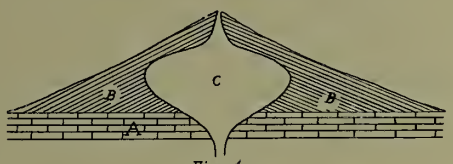


Fig. 1

A. doorbroken grondgebergte; B. de mantel; C. de holle ruimte of lavaruimte, die zich perio disch vult en zich aan de kanten door wederin smelting van reeds vaste massa's vergroot, met de aangroeiingen van den vulkaan

Profiel van een ingestorten vulkaan

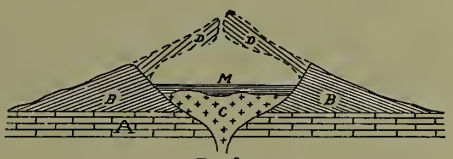


Fig. 2.

A. doorbroken grondgebergte; B. ruïne van den mantel; C. vaste lava, vermengd met de inge storte brokstukken; D. ingestort deel van den mantel; op C kan zich een meer M vormen.

In de voorgaande bewoordingen schildert VERBEEK (Sum. Westkust, p. 425/6) het ontstaan der caldeira's en ter verduidelijking mogen de drie figuren, door hem (naar v. HOCHSTETTER) gereproduceerd, hier een plaats vinden.

Profiel van een uitgewerkten vulkaan

Fig. 3.

A. doorbroken grondgebergte; B. overschot van den mantel; C. berg bestaande uit kristullijn vulkanisch gesteente, zonder kratervorm; D. weg gewasschen deel van den mantel.

Uit zijn werk over Java blijkt dat hij ook toen nog een aanhanger dier theorie was (zie de verklaring van den Tengger op p. 124).

Ook DUTTON scheen deze verklaring aannemelijk te achten. In the 4th Ann. Rapport U. S. Geol. Survey, 1884, p. 105 schreef hij: „Considered with reference to their origin the evidence is conclusive that they were formed by a dropping of a block of the mountain crust which once

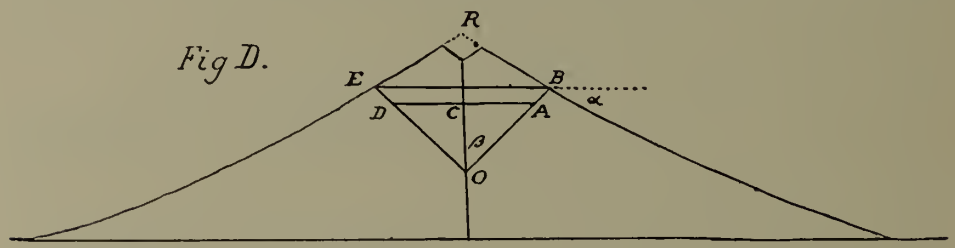
covered a reservoir of lava, this reservoir being tapped and drained by eruptions occurring at much lower levels." En volgens DALY (l. c. pag. 150) „a considerable number of American authors, including members of the U. S. Geol Survey and writers of textbooks, have adopted Duttons definition." Hijzelf laat zich niet bepaald uit, doch schijnt zich eveneens aan DUTTON's zijde te scharen.

Het eenige verschil met v. HOCHSTETTER is dus dat over den *oorsprong* van dat reservoir geen oordeel wordt uitgesproken; het kan echter bijna niet anders of ook hier is aan insmelting, aan de vorming daardoor van een lava-meer in het vulkaanlichaam, gedacht.

II. Bij de door CHAMBERLIN-BRUN opgestelde theorie wordt het ontstaan van caldeira's eenvoudig teruggebracht tot de *uitschieting* van het bovendeel des vulkaans bij een bijzonder hevige eruptie.

Nòch de eene, nòch de andere theorie houdt m. i. voldoende rekening met de werkelijkheid.

ad. II. Dat door hevige explosies gedeelten van den top mede uitgeworpen



kunnen worden, zal niet worden ontkend en kan zelfs wel als vaststaand worden aangenomen (zie b. v. de beide foto's van den Colima in Mexico, gepubliceerd in Bd. I van het Zeitschrift für Vulkanologie, Tafel LXXXI). De krateropening zal daardoor wijder, de krater zelf dieper worden en door het terugvallen van een deel van het materiaal zal een vrij vlakke kraterbodem kunnen ontstaan, grooter dan de oorspronkelijke. Hoe groot zal die echter kunnen worden? Stel dat (fig. D) de uitschieting bij *O* begint, zoodat de dubbelkegel *OBREO* wordt uitgeworpen. Is de vulkaan 3000 M hoog dan zal men toch zeker *OR* niet grooter dan 2000 M. mogen aannemen; verder veronderstellen we $\angle \alpha = 30°$ en $\angle \beta = 45°$; — daar een wand *BA* van op zijn allerminst 200 M. moet overblijven, de opvullingskegel dus slechts tot *CA* zal reiken, zal *CA* iets meer dan 1000 M. kunnen zijn. En dit is dan nog het allergunstigste geval. Neemt men $\angle \alpha = 20°$, dan kan *CA* 1250 M. worden.

Op deze wijze zou men dus kraterbodems van, als uiterste grens, $2\frac{1}{2}$ KM. diameter kunnen verklaren, doch geen eigenlijke caldeira's van 4, 8, 16 KM. en meer, bij wandhoogten tot 1000 M. toe.

Daarenboven, hoe grooter hoek β wordt genomen, hoe minder kans er bestaat dat door de — toch altijd ongeveer vertikaal werkende — explosieve kracht de geheele kegel *EOB* zal worden uitgeworpen; vooral het benedenste deel zal wel hoofdzakelijk alleen gescheurd worden.

Het ontstaan van een loodrechten binnenwand is bij een dergelijke uitschieting natuurlijk wel op sommige plaatsen *mogelijk*, maar het is toch niet goed in te zien dat dit bijna altijd en over zoo goed als den geheelen omtrek het geval zal zijn.

Ten slotte is het al zeer onwaarschijnlijk dat ook zelfs maar het *bovenstuk* van den kegel geheel tot fijn gruis zou worden en in den krater (ten deele) terugvallen; eerder zou men verwachten dat een aanzienlijk deel er van in groote stukken langs de buitenhelling zou worden weggeslingerd, doch dit werd nog bij geen eruptie waargenomen.

De genoemde en nog andere bezwaren zijn voor mij voldoende om aan de uitschietingstheorie geen waarde toe te kennen voor de verklaring van het ontstaan der groote caldeira's.

ad. I. Niet veel beter is het gesteld met de v. HOCHSTETTER'sche insmeltings-instortings-theorie.

Er wordt daarbij verondersteld dat deze insmelting *gedurende den opbouw* van den vulkaan plaats heeft. Dit kan moeilijk anders beteekenen dan dat wordt aangenomen dat het magma gedurende dien tijd *telkens hooger* in de pijp komt te staan, m. a. w. dat de oppersende vulkanische kracht steeds sterker wordt om dan, nadat de vulkaanbouw geëindigd is, plotseling tot nul te worden. Ik kan mij zulk een kracht niet voorstellen en heb in mijn inleiding reeds gezegd dat ik mij als normaal geval juist denk een *telkens lager* niveau in de pijp vanaf het punt dat de vulkaan voornamelijk uit efflata is opgebouwd.

Laat ons nu nagaan welke insmeltingsruimte bij het opstijgen van het magma waarschijnlijk zal ontstaan. Vooraf ga de opmerking dat, zoodra het magma in de pijp op zijn omgeving smeltend inwerkt, een groot verlies plaats heeft aan warmte. Dit zal misschien in het geheel niet, doch in het gunstigste geval slechts uiterst langzaam worden aangevuld, want *1*e is de vloeistof na afkoeling, door de insmelting, van een paar honderd graden reeds tamelijk viscoos en *2*e wordt door de geleidelijke expansie der opstijgende gasbellen vrij veel warmte aan de omgeving onttrokken; er zal dus al spoedig in de pijp weinig temperatuursverschil zijn tusschen het midden en den omtrek en warmtestroomen zullen daarom een ondergeschikte rol spelen. Dat wil zeggen dat de smeltgrens spoedig zal bereikt zijn, indien het magma stilstaat. Dit nu is niet het geval: er is een kracht die het opstuwt, doch zeer langzaam. Wanneer we aannemen dat een magmakolom van het grondvlak *e* der pijp (fig. C) tot aan *m* in de gelegenheid is geweest smeltend op haar omtrek in te werken

en dat daarna die kolom rijst, dan zal zij zelve reeds te veel afgekoeld zijn om boven *m* nog vaste stof tot smelten te brengen. Het nieuwe magma, dat er onder aan komt, vindt den omtrek bij *e* reeds tamelijk vóórgewarmd, daarboven iets minder enz. en zal dus in staat zijn een zeer steile kegel af te smelten, waarvan de top wellicht iets boven *m* ligt, enz. Vermenging van dit versche magma met dat van de kolom *em* zal om reeds opgegeven reden zoo goed als niet plaats hebben, doch zal, indien het geschiedt, alleen den kegel wat steiler maken.

Het komt er niets op aan of men aanneemt dat de magmakolom tijdens den vulkaan-opbouw geleidelijk hooger, dan wel lager komt te staan; het resultaat is in beide gevallen dat *niet* een figuur ontstaat als in fig. 1 door v. HOCHSTETTER is geteekend, maar dat in het *onderste gedeelte* der vulkaan-kraterpijp een steil-kegelvormige, suikerbroodachtige ruimte kan worden ingesmolten.

Dat dit inderdaad het geval is wordt m. i. bewezen door de die gedaante zeer nauwkeurig bezittende bergen als G. Lingga (VERBEEK, Java, p. 155) en Pemeloean (MOLENGRAAFF, Borneo, 224). Zie ook fig. 46, Taf. LV*c*, in Bd. I v/h Zeitschr. f. Vulkanologie. Deze zijn naar mijn meening niets anders dan de in die ruimten gestolde en later door de erosie uitgeprepareerde lavamassa's.

In het voorgaande is nog niet eens rekening gehouden met de omstandigheid dat na elke ascheruptie de pijp voor een deel opgevuld zal worden met terugvallende efflata, wier insmelting natuurlijk veel warmte absorbeert en de temperatuur van het indringende magma sterk verlaagt.

Houdt de v. HOCHSTETTERSCHE theorie in haar hoofdbeginsel n. h. v. reeds geen rekening met de werkelijkheid, zij doet dit ook niet in menig ander opzicht.

A. Er is geen reden om, *indien* werkelijk die insmelting zoo gemakkelijk gaat, niet aan te nemen dat bij elken vulkaan òf instorting met caldeiravorming, òf een vaste gestolde lavakern zal ontstaan. De laatste is echter, ook bij zeer ver gevorderde erosie (vulkaanruïnes) nergens gevonden.

B. Het mantelgedeelte, voorgesteld door *DD* in fig. 2, moet noodzakelijk bij de instorting in den krater terecht komen en dus zullen zeker geen zeer hooge en zeer steile, dikwijls loodrechte wanden van de caldeira gevormd worden.

C. De theorie veronderstelt dat de insmelting tot even vóór de groote instorting doorgaat en dat het magma dan plotseling terugzinkt. Daaruit volgt dus dat daarbij wordt aangenomen dat de vulkaan in volle werking was en de geheele magma-massa nog vloeibaar. Maar indien *dan* door een andere en blijkbaar gunstiger gelegen opening een *nieuwe* vulkaanvorming wordt ingeleid en terugvloeiing van het magma plaats heeft, is ook de aanleiding voor verdere vulkanische werking *door de eerste* ver-

dwenen. Met andere woorden: 1e. de caldeira-vorming stelt volgens deze theorie het *slot der actieve periode* voor en 2e. er moet een nieuwe, in de nabijheid gevormde, vulkaan zijn van geringere afmetingen dan de eerste, omdat de in de voedingskamer nog resteerende hoeveelheid magma natuurlijk veel kleiner is. Daartegenover staat dat die naburige jongere vulkaan gewoonlijk ontbreekt en dat *in* vele caldeira's jonge kegels ontstaan zijn, terwijl bekende feiten (o.a. het ontstaan van de Somma-caldeira en den Mons Vesuvius in 79 n.C.) er op wijzen dat de caldeira's gevormd worden *bij het begin eener nieuwe, doch in het algemeen minder hevige, actieve periode, na een langen rusttijd.*

D. Ware de v. HOCHSTETTER'sche theorie juist, dan zou de bodem van de ingesmolten ruimte na het terugzinken der lava toch nog met een lava-laagje bedekt blijven en dus voor water zeer ondoorlaatbaar zijn; men zou derhalve verwachten dat elke caldeira een meer zou bevatten zoolang de wand gesloten bleef. Dit nu is volstrekt niet het geval.

Dat *instortingen* of *inzinkingen* op groote schaal in en bij het vulkaancentrum hebben plaats gehad, kan wel als bewezen worden beschouwd en wordt b.v. fraai geïllustreerd door voorkomens als Santorin en Krakatau. Ook is het bekend dat zich soms meerdere na elkaar moeten hebben voorgedaan b.v. aan den top van den Mauna Loa, Hawaii; de binnenste is daar de kleinste en diepste (Daly noemt dit „nested sinks"). De vraag is nu maar *waardoor* zijn die inzinkingen veroorzaakt? en daarbij kan, zooals ik meen te hebben aangetoond, de v. HOCHSTETTER'sche theorie niet dienen. Ter vervanging van deze geef ik in het kort de volgende, die de voornaamste bekende feiten en verschijnselen ongedwongen verklaart en die ik de *cel-theorie* zou willen noemen.

Nadat de groote eruptieve periode is geëindigd, de vulkaan dus normaal is opgebouwd en de hoeveelheid magma in de voedingskamer te gering is geworden om verdere erupties te veroorzaken, treedt het solfataren-tijdperk in. Dit kan ontzettend lang duren; men is dus wel verplicht aan te nemen dat, moge ook hernieuwde inpersing van magma van onder op in de kamer tot de uitzonderingen behooren, de gassen zich door de oude toevoerspleet (misschien ook op andere wijze) toch een weg weten te banen. Zij komen daarbij ook in de kraterpijp, maar aangezien deze grootendeels verstopt is zoeken zij zich tevens een weg door de vele scheuren en spleetjes, die in het vulkaanlichaam altijd aanwezig zijn en bij elke eruptie weer nieuw ontstaan. Zij zullen daarbij hun overmaat van warmte afgeven, d.w.z. de wanden der spleetjes zullen afsmelten en deze zelf dus verwijd worden. De afgesmolten lava vloeit door die scheurtjes naar beneden en komt daarbij voortdurend in contact met nieuwe opstijgende gassen. Het gevolg is dat de lava niet alleen over-

verhit wordt maar ook verzadigd met gassen en onder die omstandigheden ten slotte in de voedingskamer belandt, waar zij langzamerhand de gassen weer laat ontwijken. Dit proces, in het klein aangevangen, zal naarmate het langer duurt ook in omvang toenemen en zoodoende zal eindelijk *het onderste gedeelte* van den vulkaan bestaan uit een vast geraamte met een oneindig aantal holten (*cellen*) van zeer ongelijke grootte en gedaante, terwijl de voedingskamer hoe langer hoe meer gevuld raakt met lava en de daarboven aanwezige gassen hoe langer hoe grooter spanning verkrijgen. De vulkaan is echter niet over zijn geheele dikte cellig geworden; de neiging der gassen om zoo mogelijk vertikaal op te stijgen, gepaard aan de af- en insmelting als van een steekvlam, zal maken dat het cellige deel, ruwweg, meer den vorm van een cilinder zal aannemen en de as van dien cilinder zal volstrekt niet behoeven samen te vallen met die van den vulkaan. Het lichaam tusschen den cilinderwand en de buitenhelling van den vulkaan zal, in hoofdzaak althans, intact blijven.

Ten slotte kan één der beide volgende verschijnselen optreden:

1. — Het gewicht van het bovendeel van den vulkaan wordt te groot voor het draagvermogen van den celligen cilinder: er ontstaat een inzinking daarboven, die door ongeveer loodrechte wanden van onbepaalde, doch mogelijk aanzienlijke hoogte, begrensd zal zijn. Vallen de assen van cilinder en vulkaan niet samen — wat regel zal zijn — dan zal de wand aan één zijde het laagst, aan de tegenoverliggende zijde het hoogst zijn.

Het afsmeltingsproces wordt daardoor wel in den aanvang wat tegengehouden, maar natuurlijk niet gestoord en zoo kunnen in verloop van tijd eenige inzinkingen op elkaar volgen; daar de cellige cilinder niet naar ter zijde vergroot wordt en de gassen alleen naar boven afsmelten, zullen die inzinkingen vrij wel vertikaal boven elkaar zijn gelegen. Het hangt van verschillende omstandigheden in de voedingskamer af of deze toestand misschien zal voortduren totdat eindelijk de gastoevoer ophoudt en de vulkaan definitief uitgewerkt is.

Intusschen is het wel duidelijk dat die inzinkingen, vooral als zij plotseling en van eenigen omvang zijn, door de uitpersing van het in de cellen in groote hoeveelheid aanwezige gas, verschijnselen kunnen teweeg brengen die in vele opzichten op gewone erupties lijken; misschien kunnen zij ook werkelijke erupties inleiden.

En daar de hoogte der kraterpijp met het totaal bedrag der inzinkingen verminderd wordt, laat het zich ook zeer goed begrijpen dat de gasspanning in de kamer eindelijk, na een der inzinkingen, groot genoeg kan geworden zijn om weer lava rustig te laten uitvloeien. Deze zal dan òf in de caldeira blijven en daar een effen, vlakken bodem vormen, òf wel, de wand is op een of andere plaats te zwak van constructie om aan de drukking der lava weerstand te bieden en dan zal deze bezwijken en de lava plotseling langs de helling

uitstorten: *uitpersingsdalen* (Papandajan in 1772; ook waarschijnlijk gebeurd bij Tengger, Boerangrang; Pangrango, Tjakraboewana, Gedeh, Tjikoraj, Sago, Dempo enz.)

Zoodra de — om zoo te zeggen — overtollige hoeveelheid lava op deze wijze uit de voedingskamer is verdwenen *kan* weer een gewone actieve periode beginnen (bepaald noodzakelijk is dit niet) waarbij de gassen zich onder explosie een uitweg banen door het magma in de pijp heen (aschuitbarsting) doch, door de meest geringere hoeveelheid aanwezig magma, gewoonlijk van korteren duur dan vroeger. Het spreekt tevens van zelf dat de hoogte van den jongeren kegel die van den ouden lang niet zal kunnen bereiken, en dit is dan ook nergens het geval.

Daar het vulkaanlichaam, of liever de cellige cilinder, echter na de inzinkingen nog geen compacte massa is geworden, is de gelegenheid voor verplaatsing van het eruptiepunt betrekkelijk gemakkelijk; vandaar dat men in en ook wel om de caldeira niet zelden meerdere jongere kegels van zeer verschillende afmetingen aantreft.

Indien in het vulkaanlichaam radiaal uitstralende dikke lavamuren voorkomen, zal de inzinking niet aaneengesloten, doch in 2 of meer deelen verdeeld zijn, door muren van vast gesteente gescheiden. Ook kan men zich het geval denken dat het oorspronkelijke cellige gedeelte geen volledigen cilinder vormt, doch uit 2 of meer cilindrische stukken bestaat; het resultaat zal hetzelfde zijn als bij de lavamuren. De partieele inzinkingen behoeven dan ook niet gelijktijdig plaats te hebben. Goede voorbeelden daarvan zijn de Lompobatang in Zuid-Celebes (teekening bij Sarasin, Entwurf) en de Ringgit in Besoeki (Verbeek, Java, p. 68).

Ik wil hier even memoreeren dat ook tijdens de kortere rustperioden gedurende de normale activiteit die insmelting door gassen zal kunnen geschieden en dat dit er mede toe kan bijdragen dat van tijd tot tijd een hoeveelheid lava uit een hooggelegen krater kan vloeien. Daaruit volgt dus dat elke vulkaan gedurende zijn geheelen „diensttijd" bezig is zich zelf weer voor een deel in te smelten, m. a. w. dat de vorming eener caldeira bij oudere vulkanen regel moet zijn, wat precies met de werkelijkheid overeenstemt.

II. — Het vulkaangeraamte is nog altijd sterk genoeg om het dek te dragen maar de gassen in de kamer hebben eindelijk een spanning gekregen, groot genoeg om de lava op te persen, waarbij deze zoowel in de kraterpijp als in de aanwezige cellen zal dringen en daar op groote schaal insmeltend zal werken. Komt dan ten slotte het oogenblik, dat de gassen zich met geweld een uitweg banen dan zullen zij dit niet alleen doen door de kraterpijp maar ook door de voornaamste reeds zeer verwijde zijspleten. Het gevolg zal zijn niet slechts een hoofderuptie door de kraterpijp doch, daar het cellige geraamte sterk verzwakt is, een reeks

partieele inzinkingen, gepaard aan hevige uitbarstingen naast die pijp over het geheele bovenvlak van het cellige lichaam en ten slotte eveneens de vorming van een caldeira, die door de groote hoeveelheid uitgeworpen producten allicht weer een ongeveer vlakken bodem zal hebben, doch niet zoo effen als in het eerste geval.

Op deze wijze stel ik mij voor dat de groote en langdurige eruptie van den Tambora in 1815 in zijn werk is gegaan; misschien ook die van den Vesuvius in 79 n. Chr.; het is niet onmogelijk dat geval I meer voorkomt dan II.

Dat die inzinkingen ook aardbevingen zullen veroorzaken, is duidelijk en deze zullen in het geval II (o.a. bij den Tambora) over het algemeen veel sterker en aanhoudender zijn dan in geval I, waarbij de beweging meer geleidelijk zal, of ten minste kan, plaats hebben. Ten aanzien dier aardbevingen worde nog opgemerkt dat zij in het geval I alleen den bovengrond zullen bewegen en dus zeer plaatselijk zijn (vulkanische bevingen); het is echter mogelijk dat in geval II de insmelting meer *onder* het eigenlijke vulkaanlichaam plaats heeft, waar het vastere gesteente grooter draagvermogen bezit, en dat dan dus door de eindelijke instorting meer ver-strekkende bevingen ontstaan, waarbij het epicentrum natuurlijk vlak onder den vulkaan ligt.

Uit den aard der zaak kunnen ook in geval II, hetzij onmiddellijk na de caldeiravorming, hetzij wat later, weer jonge kegels opgebouwd worden.

In het algemeen zullen deze jongere kegels in hoofdzaak uit efflata bestaan, doch daar de gassen in het nog altijd min of meer gescheurde onderste vulkaangedeelte hun insmeltende werking kunnen uitoefenen, waardoor de hoeveelheid lava in de voedingskamer weer vermeerderd wordt, zullen ook lava-uitvloeiingen uit die jongere kraters mogelijk zijn (Idjen-plateau, Batoer enz.).

Deze theorie verklaart tevens op eenvoudige wijze de brecciestuctuur in het inwendige van sommige sterk geërodeerde oude vulkanen, zooals die door VERBEEK in zijn „Java" zijn beschreven (p. 70, Ringgit; — p. 218/19, G. Lasem en G. Pandan; — p. 597, terrein N. van Tjibeber; — p. 617/18, G. Tjajoer en bij Tjlilin; — p. 686, Sitoe Tjirompang; — p. 829/30, G. Endoet; — p. 868/9, G. Toekoeng en G. Salak-Gedeh).

Ik hoop in een nadere publicatie uitvoeriger op het onderwerp terug te komen.

Naschrift. Na het schrijven van dit opstel, doch nog vóór het afdrukken er van, kreeg ik ter inzage de interessante mededeeling van M. H. CARON over het zwavelvoorkomen aan den Kawah Idjen, mede in dezen bundel opgenomen.

Daaruit blijkt ten duidelijkste dat het meerniveau vroeger minstens 60 M. hooger lag en dat er geen sprake is geweest van instorting van het bovendeel van den vulkaanmantel, doch alleen van inzinking van den kraterbodem. Met zooveel woorden is dit trouwens door den schrijver vermeld onder het hoofd „Bodembeweging".

Niet onwaarschijnlijk lijkt het mij dat die instorting in 1817 heeft plaats gehad en toen tot de bekende eruptie aanleiding heeft gegeven.

BESCHOUWINGEN OVER HET OPVULLINGS-MECHANISME VAN DIEPZEESLENKEN.

DOOR

B. G. ESCHER.

Het zij mij vergund hier een meening iets nader uiteen te zetten, die ik elders (lit 10) in een kort bestek en zonder verwijzing naar literatuur reeds neerschreef. Des te liever doe ik dat op deze plaats, omdat MOLENGRAAFF het is, die door eenige verhandelingen en in zoo menig, voor mij steeds leerrijk gesprek, mijn gedachten op dit onderwerp leidde.

I. De onderzoekingen van Molengraaff.

In 1909 vergelijkt MOLENGRAAFF de *radiolarieten* der Danauformatie in Centraal Borneo met oceanische diepzeeafzettingen (lit 1). Hij betoogt tevens dat deze, waarschijnlijk jurassische sedimenten in een geosynclinale gevormd zijn. De palaeogeografische plaats dezer, nu over een oppervlakte van ± 40000 K.M.^{2} voorkomende afzettingen was dus een *geosynclinale*, die *meer dan 5000 M. diep* was. Deze geosynclinale moet een aanzienlijke breedte bezeten hebben, daar nu haar geplooiden inhoud in een dagzoom van ± 65 K.M. blootgelegd is. Vóór de plooiing moeten echte diepzeetoestanden in deze geosynclinale over een breedte van meer dan 80 K.M. bestaan hebben [1]). De geheele geosynclinale moet breeder geweest zijn; want bij hellingen van gemiddeld 7° moeten daarbij nog tweemaal 40 K.M. opgeteld worden, om van 5000 M. diepte tot den zeespiegel te stijgen. De zoo geschatte waarde van een breedte van 160 K.M. mag wel als een minimum beschouwd worden.

In 1915 beschrijft MOLENGRAAFF (lit 2) *mangaanknollen*, voorkomende in *radiolarieten* van den Ned.-Indischen Archipel met triassischen en jurassischen ouderdom, en heft daarmede elken twijfel aan het bestaan van fossiele echte diepzeeafzettingen op; vooral door zijn vondst van *mangaanknollen die radiolariën bevatten*. De mesozoïsche diepzeeafzettingen waarin de beschreven mangaanknollen gevonden werden, liggen op Borneo, Timor en Rotti; het zijn gesteenten, die afgezet werden in een breed geosynclinaal gebied. Ook voor Rotti en Timor is de palaeogeografische plaats dezer sedimenten een *geosynclinale* van *meer dan 5000 M. diepte.*

[1]) 80 K.M., indien door de plooiing slechts een verkorting op $^4/_5$ der oorspronkelijke breedte ontstond.

II. Geschiedkundig overzicht.

Naar ik meen zijn de volgende punten belangrijk in de ontwikkelingsgeschiedenis van het begrip geosynclinale:

JAMES HALL (lit. 3) heeft in 1859 het *begrip geosynclinale* geschapen, zonder daaraan dien naam toe te kennen. Hij stond voor de moeilijkheid een verklaring te vinden voor dikke afzettingen met uitsluitend neritisch karakter:

> ". . . . the evidences from ripplemarks, plants, and other conditions, prove that the sea in which these deposits have been successively made was at all times shallow, or of moderate depth. The accumulation, therefore, could only have been made by a gradual or periodical subsidence of the ocean bed." (blz. 61—70).

De grondlegger van dit begrip schreef de daling van den zeebodem toe aan het gewicht der afgezette sedimenten.

JAMES D. DANA gaf in 1873 aan deze dalende strooken den *naam geosynclinale*, maar hij beschouwde tangentiale bewegingen als de oorzaak van haar dalende beweging. Voor hem is de daling het primaire, de opvulling met sedimenten het secundaire verschijnsel.

EMILE HAUG (lit. 4) heeft zijn beroemde studie over geosynclinalen en geologische continenten in 1900 het licht doen zien. In de meeste gevallen bezaten volgens hem de geosynclinalen bathyale diepten (tusschen 80—100 M. en 900 M.); het blauwe slik is het hoofdbestanddeel der afzettingen. Wel erkent HAUG het bestaan van sommige geosynclinalen in zeer ondiep water, zelfs in zoet water, maar hij spreekt in 1900 nog niet van zeer diepe geosynclinalen.

In tegenstelling met Amerikaansche geologen, die meenen, dat geosynclinalen aan de grens van continenten en oceanen ontstaan en met litorale en neritische sedimenten opgevuld worden, is HAUG zeer beslist een andere meening toegedaan:

> "Il est facile de démontrer que ce n'est pas dans ces conditions que se forment les géosynclinaux et que, loin de prendre naissance sur le bord des continents, à la limite des océans, ils sont toujours situés entre deux masses continentales et constituent des zones mobiles, comprises entre deux masses relativement stables" (blz. 630).

Als onvervalschte ("véritables") geosynclinalen meent HAUG het Westelijk deel van de Manche, het Kanaal van Mozambique, de Straat van Malakka en de Persische Golf te mogen beschouwen. Na verschillende voorbeelden van oude geosynclinalen kort te hebben behandeld, stelt HAUG de volgende twee regels vast:

1. Geosynclinalen, — dat zijn zeer beweeglijke gebieden der aardkorst —, zijn steeds tusschen twee geologische continenten gelegen, die betrekkelijk stabiel zijn;

2. Geosynclinalen zijn vóór haar opvulling betrekkelijk diepe depressies in de zee;

en deze regels proclameert hij tot *„algemeene wet"* (blz. 632).

Wordt een geosynclinale geplooid, dan begint zich een geanticlinale te vormen en HAUG meent, dat het niet onmogelijk is, dat daarom sommige gebergten eene zone bezitten, die waaierstructuur vertoont. Na de geheel andere, zuiver tektonische verklaring, die E. ARGAND ons van de groote waaiervormige "zone axiale" der West-Alpen gegeven heeft, lijkt het mij niet mogelijk om aan deze meening van HAUG nog groote waarde toe te kennen.

In 1907 heeft HAUG (lit 5) in zijn leerboek der Geologie zijn gedachten omtrent geosynclinalen nog eens uiteengezet, en het schijnt mij niet van belang ontbloot, dat hij daarin aan de bovengenoemde "algemeene wet" vasthoudt. (blz. 166) Echter heeft hij in 1907 ook, waarschijnlijk onder den invloed van A. SUPAN, de tegenwoordige diepzeeslenken in zijn beschouwingen opgenomen. Dat deze diepzeeslenken, die als een rozenkrans den Stillen Oceaan omgeven, schijnbaar niet aan zijn „algemeene wet" voldoen, is hem natuurlijk niet ontgaan. Maar HAUG is er van overtuigd, dat het gebied van den Stillen Oceaan een geologisch continent is, zoodat elk der bovenbedoelde diepzeeslenken toch tusschen twee geologische continenten gelegen zouden zijn.

HAUG beschouwt dus de *diepzeeslenken*, die den rand van den Stillen Oceaan omzoomen, als *recente geosynclinalen*.

Hoe HAUG zich de opvulling van geosynclinalen voorstelt, blijkt uit zijn schematische afbeelding (fig. 1). Een verklaring, der in deze figuur ge-

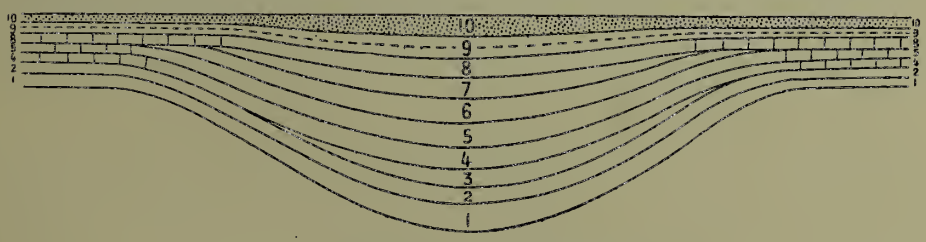


Fig. 1. Schema van een geosynclinale.
De nummers 1—10 verduidelijken de voortdurende sedimentatie in de as en de onderbroken afzetting aan de randen van de geosynclinale.
Naar E. HAUG.

bruikte teekens voor verschillende lagen, heb ik niet kunnen vinden. Klaarblijkelijk heeft HAUG echter, toen hij deze teekening ontwierp, het oog gehad op een geosynclinale waarin bathyale dieptetoestanden heerschen.

Daar echter tegenwoordig ook diepzeeslenken als het recente aequivalent

van oude geosynclinalen beschouwd worden, moeten wij nagaan hoe de opvulling van diepzeeslenken kan geschieden; doen wij dit, dan blijkt dat het in fig. 1 weergegeven schema van HAUG zeker niet past bij het opvullingsmechanisme van geosynclinalen die dieper zijn dan ± 5000 M.

Voordat wij daartoe overgaan willen wij echter de nieuwste Amerikaansche opvatting van A. M. GRABAU (lit. 6) over geosynclinalen leeren kennen.

GRABAU maakt een scherp verschil tusschen geosynclinalen en diepzeeslenken („fore-deeps" = „Vortiefen"). De eerste dalen door het gewicht der zich accumuleerende sedimenten, worden dus door isostatische bewegingen bewogen, de laatste dalen door tektonische bewegingen (blz. 800).

Volgens GRABAU mag men geosynclinalen slechts zulke sedimentatie gebieden noemen, waarin zich òf afzettingen in ondiep water („shallow water" = neritische zone) vormden òf terrestrische sedimenten afgezet werden, en waarvan de groote dikte verklaard moet worden door isostatische bewegingen. Gedeelten van de zee die tot in bathyale of abyssale diepten reiken, noemt hij in tegenstelling hiermede „fore deeps", en deze hebben hunne daling aan tektonische bewegingen te danken.

III. Het opvullingsmechanisme der diepzeeslenken.

Diepzeeslenken („Tiefseegräben" = „Vortiefen" = „fore-deeps" = „fosses abyssales") liggen tegenwoordig vooral aan de randen van den Stillen Oceaan. Het is niet slechts hoogst waarschijnlijk dat zij ook vroeger moeten hebben bestaan, de hierboven genoemde onderzoekingen van MOLENGRAAFF dwingen ons tot de aanname van fossiele diepzeeslenken.

Wij nemen aan, dat de dalende gedeelten van de diepzee, die wij hier beschouwen willen, hun daling aan tektonische bewegingen te danken hebben; de daling is het primaire, de opvulling met sedimenten het secundaire verschijnsel.

Het is er ons hier om te doen een voorstelling te verkrijgen van het opvullingsmechanisme van trogvormige bekkens die dieper dan 5000 M. zijn. Wij zullen beginnen met de beschouwing van een dusdanig bekken, dat aan beide zijden door land omgeven is (I), en daarna het geval beschouwen, dat slechts aan één zijde land ligt (II).

De kern van ons betoog ligt in het *verschil der sedimentatiesnelheid* in de *bathyale* (+ neritische) en *abyssale zones*.

I. In de bathyale zone wordt veel terrigeen slik, dwz. ook absoluut veel sediment afgezet, terwijl in de werkelijke diepzee de sedimentatie uiterst langzaam plaats grijpt, omdat daar vrijwel alles door het afstervende microplankton geleverd moet worden. Snelle sedimentatie vindt dus primair slechts in de bathyale zone plaats. Aan de randen van den trog zal

dus meer materiaal afgezet worden dan in het midden en daarom neemt de helling van de oppervlakte der bodemsedimenten voortdurend toe (effect A, fig. 2). Dit vindt plaats in een stilstaanden, zoowel als in een dalenden diepzeetrog.

Daalt de oorspronkelijke bodem van den diepzeetrog door tektonische bewegingen, dan geschiedt die daling het snelst in de synclinale lijn, tenminste wanneer wij het geval van een eenvoudige synclinale beschouwen. Dit is de tweede oorzaak voor een toename van de helling van den bodem van den trog naar het midden toe (effect B, fig. 2).

In een in daling zijnden diepzeetrog moet het effect A bij het effect B opgeteld worden.

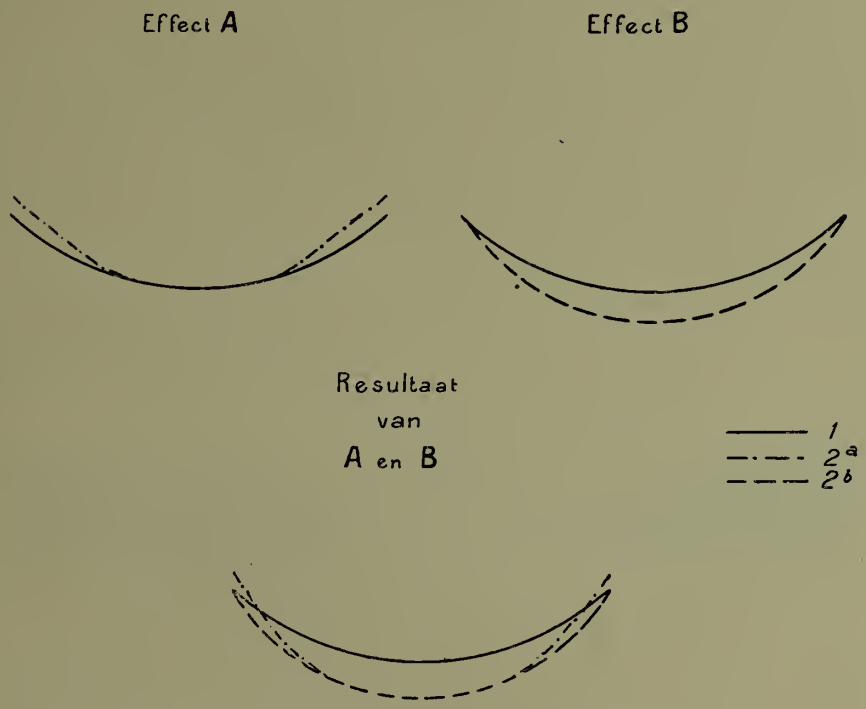


Fig. 2. De twee oorzaken van het steiler worden van diepzeeslenken.

De oorspronkelijke configuratie van een diepzeeslenk is ons onbekend. Theoretisch zou men kunnen uitgaan van een plat vlak op zeeniveau.

Daalt de bodem door tektonische bewegingen, dan treden onmiddellijk het effect A en B op. Indien die daling zeer snel geschiedt, sneller dan de ophooging door sedimentatie, kan een toestand ontstaan, zooals wij die nu in onze diepzeeslenken kennen.

Als uitgangspunt van onze beschouwingen kiezen wij de tegenwoordige

configuratie der diepzeeslenken. Hun verval naar het midden toe is vrij steil, 4°—9°, bij uitzondering meer (Yap-diepzeeslenk bijna 20°.)

Het is waarschijnlijk, dat reeds bij zulke hellingen van den zeebodem afschuivingen van de bodemsedimenten plaats vinden: *submarine afschuivingen.*

ARN. HEIM (lit. 7) heeft over recente en fossiele subaquatische afschuivingen verschillende voorbeelden verzameld. De helling van de oppervlakte van de subaquatisch afgeschoven sedimenten in het meer van Zug in Zwitserland, bedroeg 4,4°.

E. HORN (lit. 8) heeft hieruit de conclusie getrokken, dat bij een verval van 4° subaquatische afschuivingen geconstateerd zijn en dat deze dus natuurlijk ook in diepzeeslenken moeten plaatsvinden. Hij heeft bij deze gevolgtrekking echter een belangrijk punt uit het oog verloren, namelijk, dat bij Zug de afschuiving plaats vond, omdat de versch afgezette sedimenten door huizen belast waren. Zonder deze kunstmatige belasting zou waarschijnlijk geen afschuiving plaats gevonden hebben, bij het in het bodemsediment aanwezige verval. Ook de afschuivingen bij Horgen, die door HEIM genoemd worden, ontstonden door overbelasting tengevolge van kunstmatig opgeworpen materiaal.

Het is echter wel gebleken, dat een betrekkelijk kleine belasting het sediment in beweging brengt en zoodra dit het geval is, gaat het slik over in een breiachtig materiaal, omdat het zich met water vermengt. ALB. HEIM heeft hierop gewezen en er aan herinnerd, dat de wrijving in het water zooveel geringer is dan in de lucht.

Aan het verschijnsel der subaquatische afschuiving is door ARN. HEIM den naam „subsolifluktion" gegeven, een term die door F. X. SCHAFFER (lit. 9) afgekeurd is.

Ofschoon wij dus niet weten, bij welke helling de bodemsedimenten een afschuiving zullen gaan uitvoeren — en deze helling zal voor verschillende afzettingen niet hetzelfde aantal graden bezitten — is het wel duidelijk, dat bij reeds betrekkelijk kleine hellingen de sedimenten naar beneden zullen glijden. Dat zal waarschijnlijk niet continu geschieden, maar intermitteerend, evenals lawines nu en dan steile berghellingen van het te veel aan sneeuw ontlasten. De aanleiding tot het ontstaan van onderzeesche afschuivingen behoeft niet sterk te zijn en kan door de dagelijks voorkomende aardbevingstrillingen verklaard worden.

Door deze subaquatische afschuivingen kunnen de sedimenten tot in groote diepten vervoerd worden.

Zoodra de maximale helling van het terrigene slik in de bathyale zone eens bereikt is, zal door de geringste aanleiding het daarop bezonken slik naar beneden glijden en in abyssale diepten terecht komen. In den beginne vindt dit slechts aan de randen der diepzeeslenken plaats,

en gedurende dezen tijd kunnen in het midden nog echte abyssale sedimenten gevormd worden. Treedt in de buurt van een diepzeeslenk geen onderzeesche vulkanische eruptie op, en vindt er in de nabijheid niet een zeer sterke explosieve bovengrondsche vulkanische uitbarsting plaats, die veel asch levert, dan vormt zich dus in den beginne in het midden van den trog, beneden 5000 M. een organogeen diepzeesediment, een radiolariënslik. Daar zal dit sediment het langst ongestoord kunnen gevormd worden. Maar op den duur zullen de afschuivende bathyale sedimenten de 5000 M. lijn bereiken, en aan de randen van het diepste gedeelte van den trog, zullen bathyale sedimenten de abyssale bedekken. Was er in den beginne een sterke bodemtrilling noodig om de bathyale sedimenten zoo diep te doen afschuiven, dan zullen zich daarop weer zuiver abyssale sedimenten kunnen afzetten. Tenslotte wordt echter de geheele bodem der diepzeeslenk van beide zijden uit door bathyale, afgeschoven sedimenten toegedekt. Dat zal bij een dalende diepzeeslenk, waarin de effecten A en B samenwerken, sneller geschieden dan in een stilstaanden trog; maar ook hierin moeten tenslotte de bathyale sedimenten door afschuivingen de abyssale diepten onder 5000 M. bereiken, en van dat oogenblik af neemt het laatste bedrijf in de vorming van echte abyssale sedimenten een aanvang. Langzamerhand zal de stilstaande trog over de geheele breedte met bathyale sedimenten opgevuld worden en eindelijk zal daaroverheen een brug van neritische afzettingen de sedimentatie besluiten. (fig. 3).

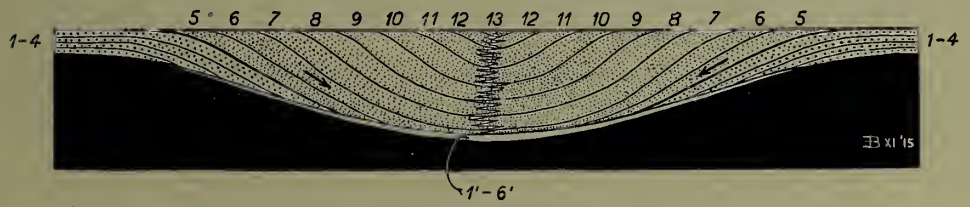


Fig. 3. Het opvullingsmechanisme van een enkelvoudige diepzeeslenk, die aan beide zijden door land begrensd wordt.

1—4 bathyale sedimenten, afgezet gedurende de daling van den bodem der slenk.
5—13 bathyale sedimenten, afgezet bij stilstand der slenk.
1'—6' abyssale sedimenten.
7—9 in hoofdzaak bathyale sedimenten, met weinig abyssale componenten.
De pijltjes geven de richting van de submarine afschuivingen aan.
(De neritische sedimenten zijn weggelaten).

Hoe moeten wij ons de afschuivingen zelf voorstellen? ARN. HEIM meent, dat daarbij in sommige gevallen geplooide lagen tusschen vlakke kunnen ontstaan. Indien de afschuivende massa reeds een zekere viscositeit bezat, is het denkbaar, dat bij de afschuiving in het water het verband niet verbroken wordt, en in dat geval zouden plooivormingen niet geheel ondenk-

baar zijn. Maar het wil mij voorkomen, dat het toch wel tot de uitzonderingen zal behooren, dat de afschuivende massa reeds zoo visqueus geworden is, dat haar samenhang niet verbroken wordt. SCHAFFER kan zich niet voorstellen, dat de geplooide mioceene mergel van Oehningen, die ARN. HEIM afbeelde, door een afschuivingsproces geplooid is. In het algemeen zal, zooals ALB. HEIM schreef, de afschuivende massa als een dunne brei naar beneden glijden.

Beschouwen wij een afschuivende massa van slik, waarin zich een groote hoeveelheid van dunne, vlakke schelpen (bijv. Monotis) bevindt, dan schijnt het mij zeer wel mogelijk, dat deze dakpansgewijs over elkaar heen schuivend, half zwevend in de dunne brei, naar beneden zakken; zoodra de massa tot rust komt, zullen zij in de slikmassa horizontaal bezinken. Zoo schijnt het mij dan niet onverklaarbaar, dat monotiskalk met radiolariet afwisselt. De palaeogeografische plaats van een handstuk dat deze beide gesteenten vereenigt, moet de rand van het, onder 5000 M. diepte gelegen, gedeelte van een diepzeeslenk zijn, die zich in het beginstadium van het laatste bedrijf der opvulling met bathyale sedimenten bevond.

Het mechanisme van de opvulling van een diepzeeslenk, die aan beide zijden door land begrensd wordt, laat zich m.i. aldus samenvatten:

Vluggere sedimentatie van bathyale sedimenten aan de randen, dan van abyssale in het midden;

daardoor ontstaan van overmaximale subaquatische hellingen, wat bij een, door tektonische bewegingen dalende, slenk vlugger geschiedt, dan bij een stilstaande;

dientengevolge: ontstaan van subaquatische afschuivingen op groote schaal, die op den duur het midden der diepzeeslenk bereiken, waarmede de vorming van echte abyssale sedimenten ophoudt;

ten slotte, bij stilstand van den bodem, opvulling van de diepzeeslenk met bathyale sedimenten.

Aldus is het begrijpelijk, dat er betrekkelijk weinig abyssale sedimenten in diepzeeslenken gevormd worden en verklaarbaar, dat men in plooiingsgebergten zoo weinig abyssale afzettingen aantreft. Volgens het hier ontwikkelde mechanisme kan het niet anders, of de hoofdzaak der sedimenten in een geosynclinale moet een bathyaal karakter dragen, al kwamen er abyssale diepten in voor.

ARN. HEIM heeft nog op een belangrijke consequentie der subaquatische afschuivingen gewezen, dat namelijk in het afschuivingsgebied te weinig, in het stortgebied te veel lagen afgezet worden; hij spreekt van „unterzählige Schichtfolge" in het afschuivingsgebied en van „überzählige Schichtfolge" in het stortgebied (fig. 4).

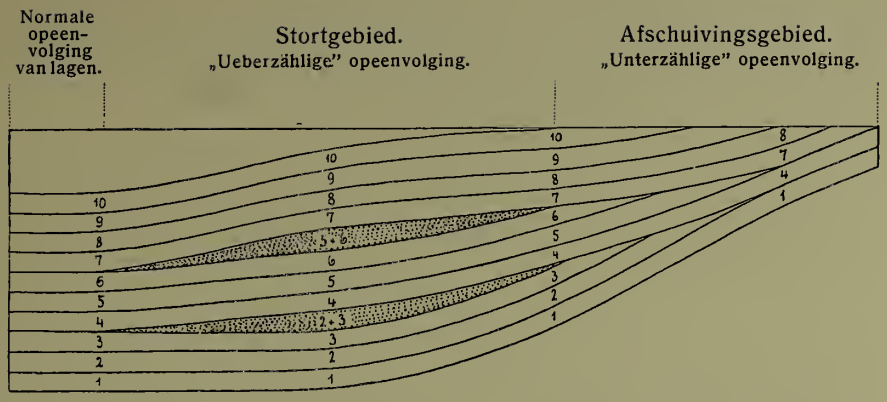


Fig. 4. Schema van de opeenvolging van lagen na subaquatische afschuivingen, onder overigens primair even dikke sedimentatie aan de randen en in het midden. Naar ARN. HEIM.

II. Indien, zooals dat bij de tegenwoordige diepzeeslenken in het algemeen het geval is, slechts aan één zijde land ligt, zal het mechanisme der opvulling eenigszins anders verloopen. De afschuivingen zullen eenzijdig plaats vinden en de abyssale sedimenten zullen zich het langst aan de buitenzijde van de slenk kunnen vormen; daar zullen deze dus het dikst worden (fig. 5).

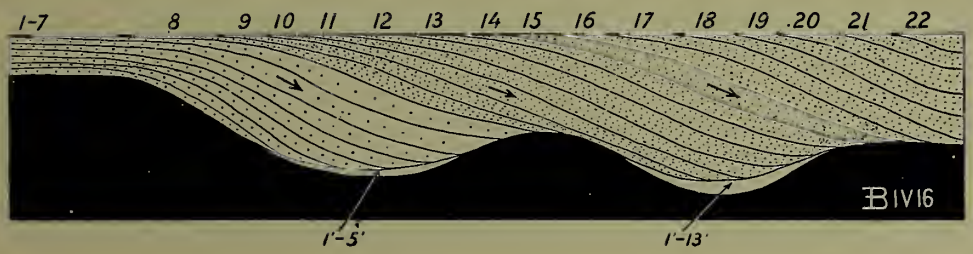


Fig. 5. Het opvullingsmechanisme van een samengestelde diepzeeslenk, die aan een zijde door land begrensd wordt.

1—7 bathyale sedimenten, afgezet gedurende de daling van den bodem der slenk.
8—22 bathyale sedimenten, afgezet bij stilstand der slenk.
1'—5' en 1'—13' abyssale sedimenten.
De submarine afschuivingen vonden in de richting der pijltjes plaats.
(De neritische sedimenten zijn weggelaten.)

Verdeelt een geanticlinale de diepzeeslenk in twee deelen, dan zal het onsymmetrisch karakter der afzettingen nog sterker uitkomen, omdat de drempel in de slenk den buitensten trog langen tijd zal behoeden voor opvulling met bathyale sedimenten. In dat geval zullen dus in den buitensten trog dikkere abyssale sedimenten gevormd worden (fig. 5).

In verband met bewegingen in de geosynclinale en met het voorhanden

zijn van een of meer geanticlinalen, zijn zeer veel combinaties denkbaar; het lijkt mij overbodig deze hier verder uit te werken. Voor elk geval, voor elke geplooide geosynclinale zal men moeten trachten uit te maken, hoe de opvulling plaats gevonden heeft.

Het gedeelte der Alpine geosynclinale waaruit de Zwitsersche Alpen gevormd werden is niet slechts tektonisch onsymmetrisch, maar ook wat de faciesverdeeling betreft. In de Helvetische dekbladen treden slechts neritische en bathyale sedimenten op, zoowel in de Jura als in het Krijt. Jurassische radiolarieten vindt men slechts in de hoogere dekbladen en in de buurt van Lugano en Chiasso, dus in het Zuiden van het ontwikkelde dekbladensysteem der Alpen. Dit feit en het karakter der laagvormen in de faciesprofielen van ARN. HEIM door de Helvetische dekbladen in Zwitserland, schijnen mij wel overeen te komen met het hierboven uiteengezette opvullingsmechanisme van diepzeeslenken, die aan één zijde door land begrensd zijn. Wij mogen echter niet uit het oog verliezen, dat de sedimenten, die nu de Alpen opbouwen, gevormd werden in het Noordelijk deel van een zeer breed geosynclinaalgebied, waaruit o. a. ook de Apennijnen, en de Atlas later oprezen.

's-Gravenhage, 24 April 1916.

LITERATUUR.

1. G. A. F. MOLENGRAAFF: „*Over oceanische diepzeeafzettingen van Centraal-Borneo*". Kon. Akad. v. Wetenschappen te Amsterdam. Verslag v. d. Gew. Vergadering der Wis- en Natuurkundige Afdeeling van 26 Juni 1909. blz. 78—84.
2. G. A. F. MOLENGRAAFF: „*Over mangaanknollen in mesozoïsche diepzeeafzettingen van Borneo, Timor en Rotti, hun beteekenis en hun wijze van ontstaan*". Kon. Akad. v. Wetenschappen te Amsterdam. Verslag v. d. Gew. Vergadering der Wis- en Natuurkundige Afdeeling van 30 Januari 1915. Deel XXIII. blz. 1058—1073.
3. JAMES HALL: „*Natural History of New York*" „*Palaeontology*", *vol III.* Albany. 1859. blz. 69—70.
4. E. HAUG: „*Les géosynclinaux et les aires continentales*". Bull. de la Soc. géol. de France. III série, Tome 28. 1900. blz. 617—711,
5. E. HAUG: „*Traité de Géologie*". Tome I. Chap. XII. blz. 157—171. 1907.
6. AMADEUS W. GRABAU: „*Principles of stratigraphy*". 1913.
7. ARN. HEIM: „*Ueber rezente und fossile subaquatische Rutschungen und deren lithologische Bedeutung*". Neues Jahrb. f. Min, Geol. u. Paläont. Jahrg. 1908. Bd. II. blz. 136—157.
8. E. HORN: „*Ueber die geologische Bedeutung der Tiefseegräben*". Geologische Rundschau. Bd. V. blz. 422—448. 1914.
9. F. X. SCHAFFER: „*Ueber subaquatische Rutschungen*". Zentralblatt f. Min. Geol. u. Paläont. 1916. No. 1. S. 22—24.
10. B. G. ESCHER: „De gedaanteveranderingen onzer aarde, Algemeene Geologie" Wereld Bibliotheek, Amsterdam 1916. blz. 247—254.

EENIGE MERKWAARDIGE GESTEENTEN VAN BILLITON.

DOOR

CH. TH. GROOTHOFF.

(met Plaat VIII).

Het bezoek van Professor Dr. G. A. F. MOLENGRAAFF aan Billiton is thans reeds ruim vier jaar geleden, in welke jaren talrijke nieuwe gegevens zijn verzameld, die het inzicht in het voorkomen van de cassiteriet op dit eiland hebben verduidelijkt. Door mijn kort verblijf op Billiton en den mij toegewezen werkkring, was ik tijdens zijn verblijf niet in staat, hem reeds eenige resultaten van eigen onderzoekingen te laten zien.

Van deze gelegenheid maak ik thans gaarne gebruik, hem eenige merkwaardige gesteenten van het tineiland te doen kennen, die tevens aanleiding zullen geven tot het vermelden van een gedeelte der verkregen resultaten van het geologische détail-onderzoek.

GRANIET MET PRIMAIRE CASSITERIET (134).

Van het voorkomen van primaire cassiteriet in graniet zijn verschillende vindplaatsen bekend.

R. BECK noemt er enkele in zijn „Referat von Verbeek's Zinnerzlagerstätten von Banka und Billiton (Z. f. pr. G. 1898 Heft 4 pp. 121—127)" namelijk de graniet van Cornwall, die van Schellerhau bij Altenberg en de Eibenstocker-graniet. M. VON MIKLUCHO-MACLAY (Rutil und Zinnstein im Greifensteiner Granit; Neues Jahrb. Min. 1885 II pp. 88—90) heeft primaire cassiteriet en rutiel als insluitsels in een lithiumglimmer aangetroffen; ROSENBUSCH noemt dit voorkomen van primaire cassiteriet onbetwistbaar. Ten slotte is mij nog één voorkomen van cassiteriet in graniet bekend, namelijk uit Burmah (W. THEOBALD, Metalliferous resources of British Burmah; Rec. Geol. Surv. India, Vol. 6 pt. 4. 1873 pp. 91—93). De cassiteriet wordt daar aangetroffen als een „integral constituent" van den graniet; het is mogelijk, dat daarmede bedoeld wordt, dat de cassiteriet primair is. Het feit echter, dat van dezen graniet alluviale tinerts-afzettingen worden afgeleid, is daarmede moeilijk te rijmen, omdat de primaire cassiteriet daarvoor te fijn van korrel is.

De getallen achter de namen der gesteenten geven de nummers aan der slijpplaatjes van de collectie der Billiton Maatschappij.

Het vinden van een graniet, waarin met een aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid de aanwezigheid van primaire cassiteriet is aan te toonen, blijft een zeldzaamheid.

Een dergelijke graniet werd aangetroffen op 500 meter afstand van het greisenvoorkomen in de mijn Tikoes, waar het vaste gesteente op een enkele plaats in de omgeving der opzichterswoningen te voorschijn komt.

Macroscopisch is het een gewone frissche biotiet-graniet met een zuiver granitische structuur, die plaatselijk door het optreden van vrij groote kwarts- en veldspaatindividuen neiging vertoont tot een porfyrachtige structuur, een eigenschap, die voor vele granieten van Billiton karakteristiek is.

De glazige kwarts steekt duidelijk af bij de doffe veldspaat, die reeds op het oog in twee soorten is te onderscheiden: namelijk een licht grijze, geheel frissche modificatie, die uit orthoklaas en pertiet blijkt te bestaan, en een licht gele troebele soort, die door een zure plagioklaas wordt gevormd. De zwarte, glanzende biotiet is nagenoeg frisch; hier en daar heeft haar kleur een groene tint, wat vermoedelijk wijst op een beginnende chloritiseering. Het gesteente is hard en heeft slechts een dunne verweerings-korst.

Microscopisch bleek de graniet ook weinig verweerd te zijn. De eenige verweeringsverschijnselen, die men waar kan nemen, bestaan uit een gedeeltelijke verandering der zure plagioklaas in een sericiet-kwarts-agregaat en een gedeeltelijke chloritiseering van de biotiet onder afscheiding van ijzererts. De andere veldspaten (in hoofdzaak pertiet met wat orthoklaas) zijn deels onverweerd, deels vertoonen ze een begin van verweering; ook een deel van de glimmer is nog onveranderd, donker bruin van kleur en zeer sterk pleochroïtisch.

Daar het slijpplaatje afkomstig is van een handstuk, dat van de buitenste korst van den graniet-kop is geslagen, zijn de boven beschreven veranderingen op te vatten als zuivere verweeringverschijnselen, die bij graniet zoo vaak worden aangetroffen.

De kwarts is een echte graniet-kwarts vol gas- en vloeistofinsluitsels; de laatste vaak met beweeglijke libellen.

In één van deze kwartsindividuen werd een insluitsel van cassiteriet aangetroffen (doorsnede 0,12×0,05 mM), dat in microfoto 1 is afgebeeld. De feiten, die aanleiding geven dit insluitsel als cassiteriet te determineeren, zijn:

1°. Het is licht geelbruin van kleur en zwak pleochroïtisch.

2°. Brekingsindex en dubbelbreking zijn hoog.

3°. Het is een éénassig positief mineraal.

Het eenige mineraal, waarmee verwarring mogelijk zou zijn, is zirkoon, waarvan de cassiteriet zich onderscheidt door haar kleur en zwak doch duidelijk pleochroïsme. De cassiteriet is dusdanig door de kwarts ingesloten, dat men haar niet als een secundaire vorming kan opvatten.

Een dergelijk voorkomen van cassiteriet, doch kleiner (doorsnede 0,035 × 0,025 mM), werd waargenomen in een pertiet-individu, dat reeds eenige sporen van verweering vertoont. Deze cassiteriet heeft geheel dezelfde eigenschappen als de reeds beschrevene; alleen wordt ze omgeven door een licht bruinen, niet pleochroïtischen zoom, wat meer bij cassiteriet werd waargenomen. Chemisch werd het tingehalte van dezen graniet bepaald door smelting met natriumthiosulfaat en daarbij gevonden 0,5% tin. Neemt men nu aan, dat hiervan 0,1% tin chemisch aan silicaten gebonden voorkomt (wat zeer ruim is genomen, daar CLEMENS WINKLER als maximum tinoxydgehalte in de cassiteriet-vrije granieten van Banka en Billiton 0,07% vond, zie R. D. M. VERBEEK, Geologische Beschrijving van Banka en Billiton, Jaarb. van het Mijnwezen 1897 p. 129), dan zijn de overblijvende 0,4% tin afkomstig van het primaire cassiteriet-gehalte van dezen graniet.

De cassiteriet komt dus niet alleen als secundaire vorming in den greisen van Tikoes voor, doch wordt tevens aangetroffen als primair bestanddeel van het moeder-gesteente van den greisen, den biotiet-graniet.

GRANIET MET FLUORIET (6, 7 en 8).

Deze graniet is afkomstig uit het eerste niveau van de mijn Tikoes. Hij komt voor op vrij grooten afstand van echte greisengesteenten en is dientengevolge slechts in betrekkelijk geringe mate veranderd. De bestanddeelen van dezen graniet zijn zeer grofkorrelig; men treft hier en daar kwarts- en veldspaat-individuen aan van twee centimeters lengte. Daardoor is de structuur niet zuiver granitisch, doch neigt tot het porfyrachtige. De groote, min of meer idiomorfe kwartsindividuen zijn zeer karakteristiek; daaruit blijkt, dat deze in dit gesteente gelijkwaardig zijn aan de veldspaat. Inplaats van als laatste kristallisatie-product de opengelaten ruimten tusschen de reeds uitgekristalliseerde bestanddeelen op te vullen, is de kwarts gedeeltelijk zelfs eerder gevormd dan een deel van de veldspaat en dwingt ze deze, zich te voegen naar haar reeds bestaande vormen. Aan enkele kwartsindividuen kan men nog vaag eenigen kristalvorm herkennen; de meeste zijn echter door resorptie afgerond. Dat een deel van de kwarts reeds vóór een gedeelte der veldspaat gevormd moet zijn, blijkt uit de aanwezigheid van vrij veel geresorbeerde kwartsindividuen als insluitsels in de veldspaat; deze kwarts is meestal mooi afgerond, doch vertoont soms talrijke instulpingen.

De veldspaat is weer macroscopisch in twee modificaties te onderscheiden: een gele troebele en een licht grijze, tamelijk frissche; de eerste is een zure plagioklaas, die bijna geheel veranderd is in een aggregaat van sericiet en kwarts; de tweede wordt voornamelijk door pertiet gevormd.

De glimmer is donker groen van kleur en maakt den indruk van donker gekleurde chloriet.

In dezen graniet vindt men langs talrijke spleten, barsten en glijvlakken heel dunne afzettingen van paarse fluoriet. Men krijgt hierdoor volkomen den indruk, dat langs deze spleetjes fluoorhoudende emanaties zijn opgestegen, die juist in staat waren de aangrenzende veldspaten aan te tasten. De calcium-veldspaat is daarbij gedeeltelijk van haar calcium beroofd, dat zich met het toegevoerde fluorium tot fluoriet heeft gebonden.

Deze fluoriet is gedeeltelijk in situ gevormd, gedeeltelijk getransporteerd. In het eerste geval vindt men de fluoriet als een vleugje op de veldspaat afgezet, of in enkele gevallen een deel van de veldspaat vervangend, waarbij de fluoriet bij voorkeur langs de splijtvlakken naar binnen dringt; in het tweede geval vindt men de fluoriet als heel dunne snoertjes in den graniet, soms ook afgezet tusschen groene glimmerblaadjes en zelden als afzonderlijke kleine nestjes. De hoeveelheid gevormde fluoriet is gering, doch het voorkomen is eigenaardig.

Eenige microscopische détails van de bestanddeelen van den graniet volgen hieronder.

De kwarts dooft sterk unduleus uit en bevat evenals altijd talrijke gas- en vloeistof-insluitsels, welke laatste vaak voorzien zijn van een rusteloos bewegende libel; deze insluitsels zijn in den regel in rijen gerangschikt, die zich soms zonder onderbreking over meerdere individuen uitstrekken. Aan de groote kristallen ziet men vaak resorptie-verschijnselen. De veldspaat is in hoofdzaak pertiet, die reeds troebel begint te worden; de plagioklaas is echter òf geheel, òf bijna geheel veranderd in een sericiet-kwarts-substantie met aggregaatspolarisatie. Aan enkele individuen kan men deze verandering, die zooals in den regel van de splijtvlakken uitgaat, prachtig vervolgen. In enkele gevallen treft men ook fluoriet aan als één der veranderingsproducten van de veldspaat, zoodat dan een pseudomorphose van een sericiet-kwarts-fluoriet-agregaat naar veldspaat wordt gevormd.

In de pseudomorphosen naar veldspaat vindt men hier en daar toch nog onverweerde gedeelten met tweelingslamellen, waardoor bepaald kon worden, dat deze sterk veranderde veldspaat behoort tot de zure plagioklazen, gelegen tusschen albiet en andesien.

De veronderstelling, dat deze plagioklaas het calcium voor de fluorietvorming heeft geleverd, is dus gewettigd.

Karlsbader tweelingen komen voor, doch zijn vrij zeldzaam.

De glimmer is een veranderde biotiet, die gedeeltelijk alleen min of meer gebleekt, gedeeltelijk geheel in chloriet veranderd is. De gebleekte biotiet heeft altijd nog hooge polarisatiekleuren en is in den regel vrij sterk pleochroïtisch gebleven, van bijna kleurloos tot roodbruin.

De chloriet daarentegen heeft lage interferentie-kleuren en is slechts zwak pleochroïtisch in groene tinten; resten van sterker pleochroïtische glimmer (groen tot bruin) treft men soms bij de chloriet aan als resten van minder intensief veranderde biotiet. Het ijzergehalte van de biotiet vindt men terug als ijzererts-korrels, die zich òf in de buurt van de glimmer, òf langs splijtvlakken in de glimmer hebben afgezet. In enkele glimmer-individuen werden onregelmatige, haarvormige ertsinsluitsels waargenomen, die vermoedelijk uit rutiel bestaan; in een basis-doorsnede werd namelijk een prachtig sagenietweefsel waargenomen.

Als accessoricum vindt men hier en daar in de glimmer insluitsels van primaire topaas.

TOPAASGREISEN (4, 5, 33 en 101).

Dit is eigenlijk de algemeene naam voor den greisen van de mijn Tikoes, daar men toch onder greisen een gesteente verstaat, dat voornamelijk uit kwarts en glimmer wordt gevormd, en dus de naam topaasgreisen aangeeft, dat topaas een karakteristiek bestanddeel van dezen greisen uitmaakt.

Onverweerd is de kleur van het gesteente licht tot donker grijs; verweerd verandert deze in licht geel tot donker bruin. De structuur is zuiver granitisch gebleven, en daar de structuur van den graniet van Tikoes variëeren kan van fijn- en gelijkkorrelig tot grofkorrelig en porfyrachtig, vindt men deze structuurschakeeringen in den topaasgreisen terug. De primaire kwarts is het eenige granitische bestanddeel, dat bij de greisenvorming nagenoeg onveranderd is gebleven; dientengevolge beheerscht zij de structuur-beoordeeling, behalve in die gevallen, waarbij de pseudomorphosen naar veldspaat duidelijk zijn.

Gewoonlijk ziet men in een topaasgreisen talrijke primaire kwartskorrels, waarbij de tusschenruimten met een aggregaat van topaas, glimmer en secundaire kwarts zijn opgevuld, dat de veldspaat heeft vervangen; in een dergelijk gesteente kan vaak de oorspronkelijke granietstructuur op voortreffelijke wijze bewaard zijn gebleven.

Van den topaasgreisen zal hier één bepaald type, dat veel topaas bevat en plaatselijk rijk is aan cassiteriet, nader worden beschreven.

Een der meest opvallende eigenschappen van dit gesteente is zijn porositeit. Talrijke holten, van soms betrekkelijk groote afmetingen, vindt men overal in het gesteente; vele zijn bekleed of opgevuld met vrij goed ontwikkelde glimmer-, topaas- of cassiteriet-kristalletjes. Vooral deze laatste geven aan dit gesteente een uiterst eigenaardig karakter, daar deze topaasgreisen geheel doorspikt is met cassiteriet, die als donker bruine tot zwarte, diamantglanzende kristalletjes tegen den licht gelen achtergrond afsteekt. De kristalvorm is slechts zelden geheel normaal ontwikkeld; men ziet

echter wel talrijke kristalvlakken, die terstond door hun schitterenden glans opvallen. De verdeeling van de cassiteriet in dit gesteente is echter niet regelmatig; men kan duidelijk arme en rijke gedeelten onderscheiden. De afmetingen der tinertsindividuen in doorsnede variëeren van uiterst klein tot ongeveer ($^1/_2 \times {}^1/_2$) cM^2; tweelingen zijn macroscopisch niet gevonden.

De glimmer is kleurloos tot licht geel; soms bruin gekleurd door gehydrateerd ijzeroxyd. Bij onderzoek bleek het een fluoorglimmer te zijn met een gering lithiumgehalte, dat spectroscopisch kon worden aangetoond. Macroscopisch ziet men geen verschil tusschen de veranderde primaire glimmer en de secundair gevormde.

De topaas is kleurloos tot licht geel en in holten vaak in goede kristallen aanwezig; de uitmuntend ontwikkelde basische splijting is natuurlijk het zekerste herkenningsmiddel. In den regel is het verschil in glans, in vergelijking met kwarts, die ook opvalt door haar schelpachtige breuk, reeds voldoende om kwarts en topaas van elkaar te onderscheiden.

Het soortelijk gewicht van het gesteente variëert al naarmate veel of weinig cassiteriet aanwezig is; vermeed men groote tinerts-korrels, dan werd gevonden 3,34 (met 1,2 % tinerts) en 3,37 (met 1,4 % tinerts).

De methode, die Dalmer aangeeft (K. Dalmer, Erläuterungen zur geologischen Specialkarte des Königreichs Sachsen, Section Altenberg-Zinnwald p. 56) voor de bepaling der bestanddeelen van den topaasgreisen faalt hier, omdat de glimmer zelfs na langdurige behandeling met sterk zoutzuur niet merkbaar wordt ontleed. Het cassiteriet- en het topaasgehalte konden wel worden bepaald; het eerste direct door smelting met natriumthiosulfaat. Het tinerts- + topaasgehalte kan worden gevonden door behandeling van het gesteente met fluoorwaterstof; het verschil van het eerste met het tweede cijfer geeft dan het topaasgehalte.

De rest bestaat in dit geval uit kwarts en glimmer.

Op deze wijze werden de volgende cijfers verkregen:

1e. Een stuk, waarin macroscopisch weinig kwarts, doch veel glimmer werd gezien:

Cassiteriet	1,4 %
Topaas	78,0 „
Rest (glimmer + weinig kwarts)	20,6 „
	100,0 %

2e. Een stuk, waarin glimmer en kwarts in ongeveer gelijke hoeveelheden aanwezig zijn:

Cassiteriet	1,2 %
Topaas	75,2 „
Rest (glimmer + kwarts)	23,6 „
	100,0 %

Microscopisch onderzoek:

De structuur van het gesteente is granitisch; vermoedelijk is het moedergesteente een tamelijk gelijk- en fijnkorrelige graniet geweest. De primaire kwarts-individuen vallen op door hun afgeronde vormen en betrekkelijke grootte in vergelijking met de topaas. Het kwartsgehalte van dezen greisen is echter geringer dan van een gewonen graniet (zie ook bovenstaande mineralogische analyses) en daar in geen der slijpplaatjes een verandering van kwarts in topaas werd waargenomen, moet dus het moedergesteente van dezen greisen een veldspaatrijke graniet zijn geweest, een granietmodificatie, die lokaal in elk graniet-massief kan optreden (o.a. F. SCHALCH, Erläuterungen zur geologischen Specialkarte des Königreichs Sachsen, Section Geyer-Ehrenfriedersdorf p. 34).

De primaire glimmer is zóó veranderd en gelijkt daarna zoo volkomen op de secundaire, dat deze niet van elkaar zijn te onderscheiden. Van de veldspaat is niets meer te zien; deze is geheel vervangen door een fijn agregaat van topaas, glimmer en kwarts en in vele gevallen cassiteteriet. In dit laatste geval kan men deze pseudomorphosen vergelijken met de zoogenaamde pseudomorphosen van cassiteriet naar veldspaat van CORNWALL, die echter bij nader onderzoek ook uit een aggregaat van mineralen bleken te bestaan. J. A. PHILIPS beschrijft een dergelijke pseudomorphose van Huel Coates bij St. Agnes, die bleek samengesteld uit een aggregaat van cassiteriet, toermalijn, kwarts en muscoviet (Journ. Chem. Soc. Aug. 1875); een andere pseudomorphose naar veldspaat, vermeld door CLEMENT REID en J. B. SCRIVENOR (The geology of the country near Newqay, Mem. Geol. Surv. Great Britain 1906 p. 39) bestond uit cassiteriet, kwarts en muscoviet.

Microfoto 2 geeft een afbeelding van een dergelijke pseudomorphose.

De bestanddeelen van deze pseudomorphosen zijn als regel klein en korrelig; zelden treft men eenigen kristalvorm aan. De bruine sterk pleochroïtische cassiteriet-korrels vallen het eerst op; ofschoon hare afmetingen in den regel zeer klein zijn. De topaas-korrels zijn wat grooter; bij laag gestelden condensor zijn ze gemakkelijk aan haar hoog reliëf te herkennen.

Ook de kleurlooze fluoorglimmer met haar hooge polarisatiekleuren is bij gekruiste nicols eenvoudig te onderscheiden. Alleen het aandeel, dat de kwarts in de pseudomorphosen heeft, is moeilijk vast te stellen, daar ze in een dusdanig fijn agregaat, waarin de topaas als regel sterk domineert, lastig te herkennen is.

In één groot kristal van zure plagioklaas (in doorsnede (0,8 $\times$ 0,4) cM^2.) van een ander, gedeeltelijk in topaasgreisen veranderd gesteente, was de pseudomorphose-vorming bizonder goed te vervolgen; de plagioklaas vertoonde nog duidelijke splijtstrepen en tweelingslamellen. De successie-

velijke verandering van de veldspaatsubstantie in een aggregaat van topaas, glimmer en kwarts, is prachtig gedemonstreerd, daar aan de eene zijde de plagioklaas nog in het beginstadium der verandering verkeert, terwijl aan den anderen kant nagenoeg alle veldspaat vervangen is door bovengenoemd mineraalaggregaat. Van rechts naar links gaande ziet men, hoe het mineraal-aggregaat vanuit splijtvlakken en barstjes de veldspaat-substantie begint te verdringen; voortdurend vermindert de plagioklaas-hoeveelheid en treedt het mineraal-aggregaat meer en meer op den voorgrond, totdat ten slotte de vervanging volkomen is. Deze waarneming is, ter verklaring van het ontstaan dezer pseudomorphosen naar veldspaat, afdoende.

Beschrijving der bestanddeelen:

De topaas heeft ongeveer dezelfde polarisatiekleur als de kwarts, doch is door haar veel hooger reliëf en uitmuntende basische splijting duidelijk te herkennen. Ze vormt het hoofdbestanddeel van het gesteente; de afmetingen der afzonderlijke individuen zijn gering (de maximum doorsnede bedraagt ongeveer 1 mM^2). Bij doorvallend licht is de topaas kleurloos; soms licht geel gekleurd door een dun laagje gehydrateerd ijzeroxyd. Goede kristallen zijn zeldzaam. Als insluitsels treft men kwarts en glimmer aan, terwijl ook talrijke vloeistofinsluitsels, in den regel met vaststaande libellen, voorkomen.

De glimmer is terstond te herkennen aan haar hooge interferentie-kleuren en basische splijting. De lamellen zijn soms gebogen en vertoonen nogal eens unduleuze uitdooving. Ze is kleurloos, doch vaak geel door gehydrateerd ijzeroxyd. Enkele individuen, die vrij groot zijn en opvallen door de aanwezigheid van vrij veel ijzererts-korrels langs den omtrek, doen vermoeden, dat men met veranderde biotiet heeft te doen. Dit is dan ook de eenige aanwijzing daarvoor, want verder gelijkt de veranderde biotiet volkomen op de secundaire glimmer. De assenhoek van deze glimmer is groot, zoodat het gevonden lithiumgehalte van ondergeschikt belang is te achten; het eenvoudigst is, dit mineraal een lichtgekleurde fluoorglimmer te noemen.

In de pseudomorphosen worden de afmetingen der glimmer vaak heel klein.

De kwarts is in kleine korrels moeilijk tusschen de overheerschende topaas te herkennen; een éénassig assenbeeld is in twijfelachtige gevallen het zekerste kenmerk Zijn de kwartsindividuen wat grooter, dan ziet men duidelijk het verschil in reliëf met topaas en is de afwezigheid van een duidelijke splijting ook een goede aanwijzing. Opvallend is, dat deze groote kwarts, die vermoedelijk nog tot de primaire graniet-kwarts behoort, door de greisenvorming nagenoeg onveranderd is gelaten; de meeste individuen hebben nog hun oorspronkelijken, een weinig afgeronden vorm behouden. Zelden ziet men een begin van corrosie, langs den rand en langs barsten, en dan is die nog van geringe beteekenis.

De uitdooving is vaak unduleus; talrijke gas- en vloeistof-insluitsels, de laatste zoowel met beweeglijke als vaststaande libel, komen voor.

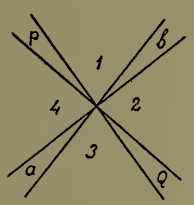
Ook een deel van de kwarts is door gehydrateerd ijzeroxyd geel gekleurd; de gele kleurstof lost heel gemakkelijk in zoutzuur op en geeft alleen een ijzerreactie.

De cassiteriet komt in groote hoeveelheid voor. Haar kleur, hoog reliëf en hooge polarisatie-kleur zijn hare kenmerkende eigenschappen. Daarbij komt voor de cassiteriet in den topaasgreisen van Tikoes haar opvallend pleochroïsme en haar zônaire kleuring. Het pleochroïsme is bizonder sterk; bij sommige individuen variëeren de kleuren van bijna kleurloos tot donker wijnrood. Eigenaardig is, dat deze sterk pleochroïtische gedeelten vaak als vlekken voorkomen op een schijnbaar enkelvoudig individu; de begrenzing van deze vlekken is dikwijls zeer onregelmatig. Hiermede komt overeen de verbreiding van de zônaire kleuring, die ook zoo in vlekken optreedt, welke onregelmatig begrensd zijn. De kleuring bestaat soms uit zeer fijne banden in lichte en donkere tinten, die hier en daar in de donker wijnroode individuen mooi zijn ontwikkeld.

Zelfs in een basisdoorsnede liep de zônaire kleuring niet door, doch eindigde langs een grillige, kromme lijn. Het aantal betrekkelijk goed gevormde kristallen valt onder het microscoop mee. Groote individuen bestaan bijna steeds uit talrijke kleine brokken, die elk een andere uitdoovingsstand hebben en op onregelmatige wijze met elkaar zijn vergroeid.

Tweelingen zijn echter zeldzaam; slechts een paar malen werd een goede, „bec d'étain" gezien.

Een eigenaardige stervormige veelling is in figuur 1 afgebeeld.



Figuur 1.

De uitdoovingsstanden zijn achtereenvolgens:

Bij 0° de segmenten 1, 2, 3 en 4 donker.
„ $22\frac{1}{2}°$ „ „ P en Q „
„ $67\frac{1}{2}°$ „ „ a en b „
„ 90° „ „ 1, 2, 3 en 4 „ enz.

De prismatische splijting van de cassiteriet is tamelijk goed ontwikkeld; in enkele gevallen werd zelfs een duidelijke basische splijting waargenomen. Tevens komen talrijke onregelmatige barsten voor.

Als accessorica treft men in dit gesteente slechts weinig sulfidische ertsen aan; men heeft echter topaasgreisen, waarin deze ertsen een zeer belangrijke plaats innemen. In hoofdzaak bestaan zij uit pyriet, chalcopyriet arsenopyriet, sfaleriet en galeniet; als zeldzaamheid werd éénmaal molybdeniet aangetroffen. Een paar extreme gevallen zullen hierna worden beschreven.

Wolframiet komt soms ook voor, doch dat blijft uitzondering.

TOPAAS-KWARTS-GESTEENTE (32, 87, 92 en 115).

Het vorige gesteente is door een onafgebroken reeks van overgangstypen verbonden met het topaas-kwarts-gesteente; de glimmer raakt als secundaire vorming bij de verandering van de veldspaat op den achtergrond en wordt door topaas en kwarts vervangen. Macroscopisch ziet een dergelijk gesteente er soms massief uit, soms is het brokkelig; de kleur is in den regel gelig door de topaas, waarin de meer melkwitte primaire, onveranderde kwarts vaak duidelijk uitkomt. De primaire glimmer is evenals de veldspaat, in het geheel zuivere topaas-kwarts-gesteente volkomen verdwenen en door topaas en kwarts vervangen; ophoopingen van kleine ijzerertskorrels in de omgeving van een fijn topaas-kwarts-agregaat doen vermoeden, dat hier een pseudomorphose naar biotiet is gevormd.

Op een dergelijke wijze, als bij het vorige gesteente beschreven, werd de mineralogische samenstelling van een topaas-kwarts-gesteente vastgesteld; deze bepaling is thans zuiver, omdat de rest, door de afwezigheid van de glimmer, geheel uit kwarts bestaat.

s. g. van het gesteente 2,95.

Topaas	40.7 %
Cassiteriet	1,2 „
Rest (nagenoeg zuivere kwarts)	58,1 „
	100,0 %

Gaat de topaas in de pseudomorphosen geheel overheerschen, en was het mocdergesteente lokaal arm aan kwarts, dan vormt zich plaatselijk in zoo'n topaas-kwarts-gesteente een echt topaasgesteente, dat bijna geheel uit topaas bestaat b.v. s.g. van het gesteente 3,74.

Topaas	93,5 %
Cassiteriet	4,2 „
Rest (nagenoeg zuivere kwarts)	2,3 „
	100,0 %

De pseudomorphosen van topaas, kwarts en cassiteriet naar veldspaat zijn het meest kenmerkend voor deze gesteenten (Microfoto 3). In deze afbeelding overheerscht de topaas, waardoor de kwarts pas bij een sterkere vergrooting, dan hier is gebruikt, goed zichtbaar wordt. Het aandeel, dat de cassiteriet in de pseudomorphosen heeft, is hierbij duidelijk te zien. Deze bestaan uit kleine korrels topaas, kwarts en cassiteriet, die volkomen onregelmatig met elkaar zijn vergroeid; de vorm van dit aggregaat is ongeveer rechthoekig en doet denken aan dien van veldspaatindividuen in graniet. Ook de ligging van de pseudomorphosen, zoo geheel omringd door onveranderde primaire kwarts, is in overeenstemming met het voorkomen van veldspaat in graniet. Tevens blijkt daaruit het groote weerstandsvermogen van de graniet-kwarts tegen de greisenvormende agentia;

zoo lang er veldspaat- en glimmer-substantie aanwezig is, die ontleed kan worden, blijft de kwarts blijkbaar gespaard. De kleinste pseudomorphose in de afbeelding is de mooiste van vorm; de andere, op de grens van het slijpplaatje, is minder mooi, maar toch duidelijk.

Als derde pseudomorphose zou ik op deze afbeelding willen noemen, die van bijna zuivere cassiteriet naar veldspaat. Van dit groote tinertsindividu viel de ongeveer rechthoekige vorm op, die doet denken aan dien van talrijke andere pseudomorphosen naar veldspaat. Was het tinertsindividu enkelvoudig, dan zou men niet tot een pseudomorphose naar veldspaat durven besluiten, daar deze in den greisen juist gekenmerkt is door de vorming uit een aggregaat van individuen. Nu blijkt echter dit schijnbaar enkelvoudige tinertsindividu uit een groot aantal onregelmatig gevormde individuen te zijn opgebouwd, die elk hun eigen uitdoovingsstand hebben. In figuur 2 zijn de voornaamste zeven individuen aangegeven.

Dan is echter de eindvorm van dit agregaat van tinerts-individuen zeer eigenaardig, en ligt het vermoeden voor de hand, dat dit een pseudomorphose van bijna zuivere cassiteriet naar veldspaat is. In dit tinertsindividu ziet men tevens, als lichte plekken, een paar insluitsels van kwarts en topaas. Hieruit volgt, dat de cassiteriet gedeeltelijk jonger moet zijn dan een deel van de gevormde topaas en kwarts. De secundaire topaas- en kwarts-individuen bereiken niet zulke afmetingen, dat daarin insluitsels van cassiteriet konden worden waargenomen.

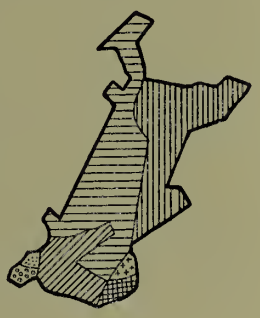


Fig. 2.

Daarentegen ziet men zeer vaak, dat de cassiteriet haar vorm afdrukt in een aggregaat van topaas en kwarts; de cassiteriet is in dit geval dus de oudste vorming. De drie secundair gevormde mineralen, cassiteriet, topaas en kwarts, moeten dus ongeveer gelijktijdig zijn ontstaan. Voor bizonderheden over de verschillende bestanddeelen kan naar de beschrijving van het vorige slijpplaatje worden verwezen.

Een dergelijk gesteente wordt door SALOMON en HIS beschreven (Körniger Topasfels im Greisen bei GEYER, Zeitschr. d. deutsch geol. Ges. XL 1888, pp. 570—574). In dezen greisen treft men namelijk overgangen aan tusschen een zuiver kwartsgesteente en een topaasgesteente met meer dan 90 % topaas. Uit het feit, dat de graniet van het Greifensteintype plaatselijk veel primaire topaas bevat (hoeveel wordt niet opgegeven), concludeeren zij, dat de topaas in het door hen beschreven topaasgesteente ook primair zijn moet.

Het voorkomen en de samenstelling van deze topaasgesteenten en de overgangstypen naar het kwartsgesteente gelijken, volgens de beschrijving, zoo frappant op die van de topaas- en topaas-kwartsgesteenten van Tikoes,

dat het moeilijk valt aan te nemen, dat hun genese zoo in den grond zou verschillen. Daar het voorkomen in Saksen mij onbekend is, zou een gevolgtrekking uit bovengenoemde overeenkomst voorbarig zijn. Er zijn echter feiten, die eenigen twijfel wettigen. Door Schalch wordt het topaasgesteente van Geyer beschreven als een gesteente, dat secundair, door verandering van den graniet, is ontstaan (Section Geyer-Ehrenfriedersdorf p. 35). Dittmann beschrijft twee topaasgesteenten ook afkomstig uit de omgeving van Geyer, doch van andere vindplaatsen, als „Abarten der Zinnzwitter" (Das Zwitter-stockwerk zu Geyer im Erzgebirge, Metall u. Erz 8 Sept. 1913, p. 735). Géén van beiden uit zich echter over het primaire of secundaire karakter van de topaas. Zeer eigenaardig is het feit, dat de topaasgesteenten steeds in direct verband met den greisen worden aangetroffen.

Alle twijfel aan het primaire karakter van de topaas in deze topaasgesteenten zou dan pas worden opgeheven, als ook in den onveranderden graniet dergelijke topaasconcentraties konden worden aangetoond. Blijkt daarentegen, dat zulke topaas-ophoopingen steeds gebonden zijn aan het voorkomen van greisen, dan ligt de aanname voor de hand, dat de vorming van de topaas in nauw verband staat met de greisenvorming.

Zooals reeds eerder vermeld, heeft Schalch (Section Geyer-Ehrenfriedersdorf p. 34) juist in den graniet, waarin deze topaasgesteenten voorkomen, zeer veldspaatrijke modificaties aangetroffen, die zeer arm aan kwarts en glimmer zijn en opvallen door een fijnkorreliger structuur dan die van het normale gesteente. Nu blijkt in Tikoes, dat de veldspaat in sommige gevallen geheel in topaas kan veranderen; gebeurt dat met een dergelijken fijnkorreligen graniet, die bijna geheel uit veldspaat bestaat, dan ontstaat daaruit een typisch topaasgesteente.

TOPAAS-GALENIET-GESTEENTE. (110).

Het benoemen van dit merkwaardige gesteente is moeilijk; de naam, die hierboven vermeld is, geeft dan ook het gesteente-type niet juist weer, doch noemt de bestanddeelen, die macroscopisch het meest opvallen. De naam van het gesteente zou eigenlijk moeten zijn: topaas-galeniet-pyriet-sfaleriet-cassiteriet-gesteente. Het werd aangetroffen op het eerste niveau van de mijn Tikoes en het eenige handstuk, dat in de collectie aanwezig is, doet vermoeden, dat het een lokale modificatie van een fijnkorrelig topaasgesteente is, gekenmerkt door een sterke concentratie van bovengenoemde sulfidische ertsen.

Daar in dit fijnkorrelige gesteente de oorspronkelijke granietstructuur, die in den regel door de aanwezigheid van primaire kwarts wordt aangeduid, geheel is verdwenen, ligt het vermoeden voor de hand, dat de

primaire kwarts in een dusdanig verertste omgeving geen weerstand heeft kunnen bieden aan de inwerking der reagentia, die bij het ontstaan van zooveel ertsen zijn vrijgekomen. Men zou dus in dit geval kunnen spreken van een greisenvorming, die gepaard gegaan is met een rekristallisatie; de oorspronkelijke bestanddeelen van den graniet zijn daarbij gedeeltelijk veranderd, gedeeltelijk weggevoerd, terwijl talrijke nieuwe mineralen zijn toegevoerd, zoodat de oorspronkelijke granietstructuur geheel is verdwenen. Greisenvorming, die gepaard gaat met een rekristallisatie van het gesteente, komt in Cornwall vaak voor.

Het gesteente is zeer bros, hetgeen in nauw verband staat met zijn porositeit, die het met vele topaasgesteenten gemeen heeft.

De galeniet en pyriet vormen de sulfidische ertsen, die het meest op den voorgrond treden; de cassiteriet is slechts op een enkele plaats macroscopisch zichtbaar.

Microscopisch onderzoek:

Men heeft hier dus een extreem type van het topaasgesteente, wat betreft het gehalte aan sulfidische ertsen.

De topaas overheerscht sterk; het aantal goed gekristalliseerde individuen, waaronder voortreffelijke zuilen met uitmuntende basische splijting, is vrij groot.

De kwarts, die in geringe hoeveelheid voorkomt, is lastig te herkennen omdat vorm en grootte geheel met die der topaaskorrels overeenstemmen.

In het slijpplaatje neemt de pyriet de voornaamste plaats in bij de sulfidische ertsen. Ze komt voor in vrij groote individuen, die echter alle het kenmerk dragen van jonger te zijn dan de topaas, naar welker vorm ze zich geheel voegen. Ook de talrijke insluitsels van idiomorfe topaas zijn een bewijs daarvoor, dat de pyriet later moet zijn gevormd dan de topaas. De galeniet en de sfaleriet vullen ruimten tusschen de topaaskorrels, die veel kleiner zijn dan die, welke door de pyriet zijn opgevuld; ook de hoeveelheid groote individuen van galeniet en sfaleriet zijn veel geringer in aantal, dan die van de pyriet. Let men tevens op het verband tusschen de pyriet en de galeniet en sfaleriet, dan ziet men tamelijk veel insluitsels van pyriet in de beide andere mineralen en lijkt het, alsof de galeniet en sfaleriet zich vaker naar den vorm van de pyriet voegen dan omgekeerd.

Dit alles maakt den indruk, alsof het grootste gedeelte van de pyriet eerder is gevormd dan de galeniet en sfaleriet, waarbij zij dus de gelegenheid had groote individuen te vormen en de grootste ruimten tusschen de topaaskorrels op te vullen.

Dit feit sluit echter niet uit, dat men wel degelijk galeniet en sfaleriet als insluitsels in de pyriet aantreft.

Men heeft hier vermoedelijk te doen met een geval van het ontstaan van sulfidische ertsen, waarvan de bestanddeelen in gasvorm aanwezig waren en

die elk op hun beurt werden geprecipiteerd, al naarmate de physische en chemische condities zich bij de afkoeling van het magma wijzigden. Na de vorming van de topaas werd waarschijnlijk het eerst het grootste gedeelte der pyriet neergeslagen; nog vóór het einde van deze periode begonnen reeds de galeniet en sfaleriet te precipiteeren, waarbij deze dus gedwongen werden, de ruimten, die toen nog waren overgebleven, op te vullen. Dat de pyrietvorming in dit laatste stadium nog niet was afgeloopen, blijkt uit de insluitsels van galeniet en sfaleriet in de pyriet.

Cassiteriet werd in dit slijpplaatje niet aangetroffen.

TOPAAS-ARSENOPYRIET-CASSITERIET-GESTEENTE (111).

Dit gesteente behoort tot hetzelfde extreme type als het vorige, daar de arsenopyriet het karakter van het gesteente geheel beheerscht; doch tevens is de afwezigheid der andere sulfidische ertsen opvallend.

Het gesteente is weer afkomstig uit de mijn Tikoes; het is grofkorrelig, bestaat uit groote arsenopyriet-individuen met de typische, gestreepte doma-vlakken en een wit troebel mineraal, dat bij onderzoek in hoofdzaak uit topaas bleek te zijn gevormd. Een vrij goede cassiteriet-pyramide is macroscopisch zichtbaar.

Microscopisch ziet men, dat de witte troebele massa in hoofdzaak uit heel kleine topaaskorrels bestaat, die een aggregaat vormen, dat veel overeenkomst vertoont met de gewone pseudomorphosen naar veldspaat. Behalve deze aggregaten, die nagenoeg geheel uit topaas zijn opgebouwd, vindt men ook zulke van geringer omvang, die blijken te bestaan uit topaas, kwarts en een kleurlooze glimmer met prachtige polarisatie-kleuren.

Evenals in het vorige gesteente ontbreekt hier de primaire graniet-kwarts, wat vermoedelijk weer een gevolg is van de intensieve verertsing.

De arsenopyriet komt voor in groote individuen, die opvallen door hun zuiverheid; behalve cassiteriet treft men slechts enkele topaaskorrels als insluitsel aan. De grenzen zijn hier en daar scherp, wat vermoedelijk op eenige idiomorfie wijst, al is er verder van kristalvorm niets te bemerken. Dat de arsenopyriet tot de vroege vormingen behoort, blijkt ook daaruit dat de individuen sterk verbrokkeld zijn en daarna door glimmer, topaas en kwarts, of één van deze, weer zijn verkit. Heel fijne spleten in de arsenopyriet zijn vaak door zuivere, kleurlooze glimmer gedicht. Alleen de cassiteriet is in hoofdzaak eerder gevormd dan de arsenopyriet.

Talrijke insluitsels van cassiteriet, waaronder eenige zeer goede kristallen (o.a. een goede doorsnede van een „bec d'étain") werden in de arsenopyriet aangetroffen.

Daartegenover staat een enkele waarneming, waaruit kan blijken, dat een zeer gering gedeelte der cassiteriet iets later dan de arsenopyriet is

gevormd, namelijk de opvulling van een smal barstje in een arsenopyriet-individu door tinerts. De vormingsperioden van cassiteriet en arsenopyriet schijnen dus even over elkaar heen te grijpen.

De cassiteriet geeft geen aanleiding tot opmerkingen; ze komt in vrij groote hoeveelheid voor, is vrij sterk pleochroïtisch en gedeeltelijk zeer fijn zônair gestreept.

TOERMALIJNGREISEN (69, 71, 72, 73, 74, 75).

Ofschoon de toermalijn in den graniet en zijn pneumatolytisch contact in betrekkelijk groote hoeveelheid is te vinden, treedt ze in de tot dusver bekende greisen-voorkomens sterk op den achtergrond.

Slechts een tweetal plaatsen van geringen omvang zijn bekend, waar de toermalijn op dusdanige wijze de veldspaat verdrongen heeft, dat men van echte toermalijngreisen kan spreken; of als de glimmer niet (of in geringe hoeveelheid) aanwezig is, van een toermalijn-kwarts-gesteente. Dusdanige gesteenten werden gevonden in het Batoe-Besie-granietmassief (Verh. v. h. Geol. Mijnb. Gen. voor Ned. en Kol. Geol. Serie Deel I pp. 319—336) en op den Goenoeng Genteng, gelegen in het groote granietmassief van Tandjong Pandan. Een derde voorkomen, op den Goenoeng Batoe Titih, die niet ver van den Goenoeng Genteng is gelegen, was voor de bestudeering van de genese van den toermalijngreisen van belang. Daar werden in den harden graniet talrijke toermalijnsnoeren aangetroffen, die begrensd worden door een impregnatie-zône, waarin de veldspaat gedeeltelijk door toermalijn is verdrongen.

Dit feit was reeds macroscopisch zeer mooi te zien, doordat vrij groote idiomorfe veldspaat-individuen met een netwerk van donkere toermalijn zijn doorzet. In de gekaoliniseerde randzône van het Batoe-Besie-granietmassief kon men de verandering tot een echten toermalijngreisen duidelijk macroscopisch vervolgen; het gesteente is echter zoo bros, dat men er onmogelijk een slijpplaatje van zou kunnen maken. Dat kon van de randzône der toermalijnsnoeren van den Goenoeng Batoe Titih zeer goed; de wijze van verdringing der veldspaat door de toermalijn wordt in deze slijpplaatjes op duidelijke wijze gedemonstreerd. Microfoto 4 geeft daarvan een goede voorstelling. Daarop is afgebeeld een deel van een groot veldspaatfenocryst, waarin de splijtrichtingen nog duidelijk zichtbaar zijn. Langs deze splijtvlakken is de invasie van de toermalijn begonnen en van daaruit werd daarna de van alle kanten door toermalijn omringde veldspaat langzamerhand verdrongen (wat in dit slijpplaatje slechts ten deele is gebeurd). Zelfs de fijnste spleetjes zijn reeds met toermalijn gevuld. Het macroscopisch beeld van een veldspaatindividu met een netwerk van toermalijn wordt dus microscopisch volkomen bevestigd. Eigenaardig is,

dat een dergelijk netwerk soms in gedeelten ongeveer gelijk uitdooft, welke gedeelten echter zeer onregelmatig begrensd zijn en absoluut geen verband houden met den vorm van het veldspaatindividu. Zelfs komt het voor, dat een gedeelte van een toermalijn-netwerk, dat ongeveer gelijk uitdooft, zich over meerdere veldspaatindividuen uitstrekt. Hieruit blijkt nogmaals op overtuigende wijze de secundaire natuur van de toermalijn. Men kan niet spreken van een absoluut gelijktijdige uitdooving van zoo'n gedeelte van een toermalijn-netwerk; deze is slechts ongevéér gelijktijdig; en zou men het verschijnsel kunnen vergelijken met de unduleuze uitdooving. In dit geval is er echter geen sprake van een toermalijn-korrel, doch van een netwerk.

In de discussie, die achter de publicatie van J. B. SCRIVENOR, „Granite and Greisen of Cligga Head", (Quart. Journ. Geol. Soc. 1903 p. 142) is afgedrukt, worden door Professor SEELY eenige voorbeelden opgenoemd van het voorkomen van blauwe en bruine tinten in éénzelfde toermalijnindividu, zonder echter aan te geven, hoe dit gevormd is. Daar SCRIVENOR er den nadruk op legt, dat te Cligga Head de toermalijn, die uit de veldspaat is ontstaan blauw, en die uit biotiet is gevormd bruin is gekleurd, kan het van belang zijn de tinten der toermalijn van den Goenoeng Batoe Titih te beschrijven, die met zekerheid uit veldspaat is ontstaan.

Deze toermalijn is zoowel blauw als bruin, welke kleuren geheel onregelmatig met elkaar afwisselen, zonder dat er scherpe grenzen bestaan; men kan in dit geval spreken van een blauw en bruin gevlekte toermalijn. Als regel zijn de blauwe en bruine kleuren vrij licht, doch donkere tinten komen ook voor. Het pleochroïsme variëert van zeer sterk tot zwak, al naarmate de ligging der doorsnede; de beide extreme kleuren geven als sterkste pleochroïsme donker-bruin tot bijna kleurloos en donker blauw tot bijna kleurloos; als uitzondering werd een pleochroïsme van paars tot licht-groen waargenomen. In enkele gevallen zou men kunnen spreken van het omsluiten eener bruine toermalijnkern door een blauwen rand; het omgekeerde komt echter even goed voor, zoodat ook hierin geen regelmaat bestaat.

EINDBESCHOUWING.

Uit de voorgaande beschrijvingen is gebleken, dat men de cassiteriet-voorkomens in de granitische gesteenten op Billiton kan verdeelen in primaire en secundaire. Het vaststellen van het eerste type gaat steeds met groote moeilijkheden gepaard, daar een graniet, die uiterlijk onveranderd schijnt, toch wel secundaire cassiteriet, afgezet langs uiterst fijne spleten, kan bevatten. Zekerheid geeft slechts het aantreffen van cassiteriet als insluitsel in één der beslist primaire bestanddeelen van den

graniet. Van practisch belang zijn dergelijke voorkomens tot dusver nog niet gebleken.

Als secundaire vorming wordt de cassiteriet in den greisen gevonden. Deze is op Billiton op zuiver pneumatolytische wijze uit den graniet ontstaan. Slechts gassen zijn in staat bij hooge temperatuur en hoogen druk het uiterst compacte granietgesteente zóó intensief te doordringen en te veranderen. Men kan zelfs niet alleen van veranderen spreken, daar talrijke oorspronkelijk nieuwe mineralen, waaronder de sulfidische en oxydische ertsen de belangrijkste plaats innemen, werden gevormd.

Het geologische détail-onderzoek van Billiton heeft thans reeds op een tiental plaatsen het voorkomen van greisen aangetoond, die, zij het ook in geringe hoeveelheid, cassiteriet bevatten. De mogelijkheid, dat het aantal vindplaatsen vermeerderd wordt, is zeker niet uitgesloten, daar het onderzoek nog in een beginstadium verkeert. Van de bekende greisenvindplaatsen zijn er eenige van zeer grooten omvang, b. v. die van den Gn. Tikoes, de mijn Tikoes en de vier Kandis-heuvels. Het voorkomen van tinertshoudende greisen op Billiton is dus van veel grooter omvang, dan men heeft vermoed. De verschillen, die Dr. R. D. M. VERBEEK in dit opzicht meende te moeten vaststellen tusschen de tinertsvoorkomens op Banka en Billiton en die van Europa (R. D. M. VERBEEK, Ueber die Zinnerzlagerstätten von Banka und Billiton, Z. f. pr. G. April 1899 p. 134) worden daardoor vervaagd.

De greisen van Billiton gelijkt in vele opzichten op dien van Saksen en Cornwall, welke tinertsgebieden mij persoonlijk bekend zijn. Er zijn verschillen, doch die treft men tusschen de voorkomens op Billiton onderling ook aan. Zoo is de greisen van de mijn Tikoes bijvoorbeeld absoluut toermalijnvrij, rijk aan topaas en sulfidische en oxydische ertsen; die van den Boekit Kandis bevat zoowel toermalijn als topaas en is minder rijk aan sulfidische en oxydische ertsen. Ondanks al deze lokale verschillen, blijft toch de genese der verschillende greisentypen geheel gelijk. De karakteristieke pseudomorphosen naar veldspaat en de geleidelijke overgang van greisen in graniet, blijven de kenmerkende eigenschappen van alle greisenvoorkomens; en juist deze geven den doorslag bij de beoordeeling van het vermoedelijk ontstaan dezer gesteenten.

De greisen der twee klassieke tinertsgebieden van Europa, Cornwall en Saksen, hebben elk ook hun lokale eigenaardigheden. Van Cornwall is bekend, dat daar de toermalijn in den greisen op den voorgrond treedt, ofschoon topaas in enkele gevallen ook van belang kan zijn b.v. in den greisen van St. Michaels Mount en van Cligga Head (J. B. SCRIVENOR, Granite and Greisen of Cligga Head, Quart. Journ. Geol. Soc. 1903, p. 142).

In Saksen daarentegen overheerscht de topaas, maar toermalijn komt toch vrij algemeen verbreid voor.

Op Billiton vindt men zoowel zuivere topaas- als zuivere toermalijngreisen, terwijl ook greisen bekend zijn, waarin beide bestanddeelen optreden. Over het algemeen genomen, komt topaas echter in veel grooter hoeveelheid voor dan toermalijn. De greisen van Billiton staan dus in dit opzicht dichter bij die van Saksen dan bij die van Cornwall.

Deze beknopte eindbeschouwing biedt geen plaats voor een gedétailleerde vergelijking van de verschillende greisentypen. Het doel was aan te toonen dat, door het vinden van groote hoeveelheden greisen op Billiton, een ondersteld belangrijk verschil met de Europeesche tinertsgebieden is vervallen en het mogelijk is, de genese der tinertsvoorkomens van beide werelddeelen als geheel analoog op te vatten, waarbij de bestaande verschillen, die voornamelijk bij de aderertsen optreden, slechts van lokaal belang zijn.

MANGGAR, September 1915.

Microfoto 1. Primaire cassiteriet in graniet (134).
Vergrooting: 50 maal.

In het 4e quadrant, vlakbij het snijpunt der kruisdraden en zeer donker van tint, ligt het cassiteriet-individu, dat geheel door kwarts is omgeven. Bovenaan de foto, is pertiet zichtbaar.

Microfoto 2. Pseudomorphose van topaas, glimmer en kwarts naar veldspaat (101).
Vergrooting: 18 maal.

De zeer donkere vlek, gelegen links op de grens der pseudomorphose, wordt door cassiteriet gevormd. Bij andere pseudomorphosen vindt men ook cassiteriet als bestanddeel ervan; dat ze hier juist op de grens ligt is toevallig. De topaas-, glimmer- en kwartskorrels zijn zóó fijn, dat men ze moeilijk op de foto herkennen kan. De eenigszins donkere spikkeltjes met reliëf bestaan uit topaas; de lichter gekleurde plekken zonder reliëf worden door kwarts gevormd; de glimmer is niet te herkennen. De pseudomorphose is bijna geheel door primaire granietkwarts omgeven; op één plaats sluit ze tegen een analoge pseudomorphose aan.

Microfoto 3. Pseudomorphose van topaas, kwarts en cassiteriet naar veldspaat (115).
Vergrooting: 18 maal.

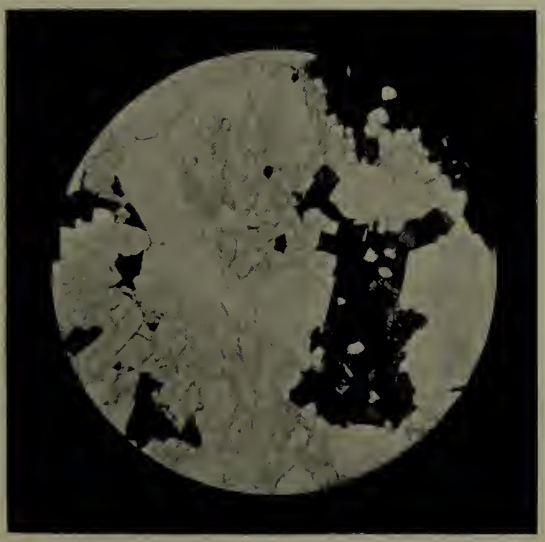
Zeer donker = cassiteriet.
Eenigszins donker, met reliëf = topaas.
Licht, zonder reliëf = kwarts.
Bovenaan ziet men een kleine, doch duidelijke, pseudomorphose naar veldspaat met een ongeveer rechthoekigen vorm, bestaande uit topaas, kwarts en cassiteriet. Deze is bijna geheel omgeven door vrij groote primaire granietkwarts. De topaas vertoont hier en daar duidelijk haar basische splijting. Rechtsboven en linksonder ziet men gedeelten van dergelijke pseudomorphosen, waarin de cassiteriet een belangrijke plaats inneemt. Rechtsonder treft men de eigenaardige combinatie van cassiteriet-individuen aan, die in de beschrijving als een pseudomorphose van bijna uitsluitend cassiteriet naar veldspaat is opgevat. De kleine lichte vlekken bestaan uit topaas en kwarts. Uit de verschillen in tint, die in de foto zichtbaar zijn, blijkt, dat het schijnbaar homogene individu in werkelijkheid uit verschillende individuen is opgebouwd; deze verschillen in kleur worden veroorzaakt, doordat alle individuen sterk pleochroïtisch zijn en in één bepaalden stand de kleur der diverse individuen variëert van lichtgrijs tot donker bruinrood. Op een enkele plaats ziet men een zônaire kleuring van de cassiteriet.

Microfoto 4. Begin eener pseudomorphose-vorming van toermalijn naar veldspaat (73).
Vergrooting: 18 maal.

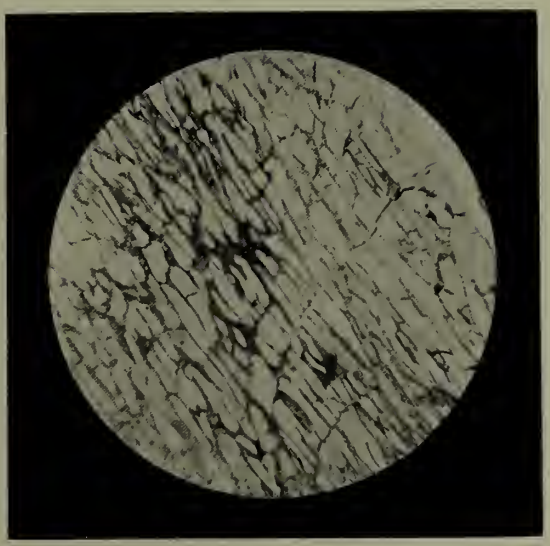
Donker = toermalijn.
Licht = veldspaat.

Microfoto 1.

Microfoto 2.



Microfoto 3.



Microfoto 4.

DE OUDERDOM DER TRANSVAALSCHE KARROOLAGEN.

DOOR

E. C. N. VAN HOEPEN.

(Gepubliceerd met toestemming van Curatoren van het Transvaal Museum).

De paralleliseering der Karroolagen in de Transvaal met die van den Oranje Vrijstaat en de Kaapprovincie heeft steeds groote moeilijkheden opgeleverd. Als hoofdoorzaak hiervan mag zeker wel worden aangemerkt het gebrek aan een gemakkelijk vergelijkbare stratigraphische opeenvolging. Om echter toch tot een oplossing te komen werden alle stratigraphische gegevens te zamen met de petrographische eigenschappen der lagen uitgebuit en tenslotte ook nog het palaeophytologische materiaal dezer formatie te hulp geroepen. Tot nog toe echter is geen uiteindelijke beslissing bereikt, eensdeels omdat de hoeveelheid der gevonden versteende planten nog gering is en er nog geen z.g. gidsversteeningen in zijn gevonden, doch vooral omdat palaeozoölogisch materiaal ten eenenmale ontbrak. De meeningen nu, welke zich met behulp van een gedeelte of van al deze gegevens hebben gevormd, zullen hier in het kort worden besproken. Vooraf echter even dit: De Karrooformatie wordt tegenwoordig in de Kaapprovincie verdeeld in de volgende afdeelingen, waarvan de Dwyka lagen de onderste zijn:

Karroo Systeem.

Stormberg lagen.	Vulkanische lagen.	—Stollingsgesteenten.
	Holenzandsteen.	
	Roode lagen	klei-mergel.
	Molteno lagen	bevatten koollagen.
Beaufort lagen.		Klei-mergel-zandsteen.
Ecca lagen.		Klei-kalk
Dwyka lagen.		Glaciaal conglomeraat.

In de Kaapprovincie bezit dit systeem een geweldige dikte, doch in de Transvaal is het sterk gereduceerd. De moeilijkheden nu doen zich voor bij de paralleliseering van de lagen van dit gereduceerde systeem met de afdeelingen ervan in de Kaapprovincie.

De koollagen van Molteno waren het eerst bekend en het schijnt in het begin een algemeene opvatting geweest te zijn, dat de Transvaalsche koollagen met die van Molteno moesten worden geparalleliseerd. Zoo schreef SCHENCK in 1888 onder het hoofd Stormberg lagen (1), dat deze ook van belang zijn, omdat zij in hun onderste lagen kolen bevatten. Deze koollagen waren dan o.a. ook gevonden op het Transvaalsche Hoogeveld.

M. FRAMES was in 1897 van meening (2), dat alle koollagen van het Transvaalsche Hoogeveld één laag vormden, die tot de Molteno lagen behoort.

MOLENGRAAFF, toen Staats-Geoloog der Zuid-Afrikaansche Republiek, was in hetzelfde jaar nog niet tot een bepaalde meening gekomen omtrent de plaats, die de koollagen van dezen Staat in het systeem innemen, doch in zijn rapport voor dat jaar (3) paralleliseerde hij ze, blijkbaar voorloopig, met de Stormberg lagen.

D. DRAPER, in zijn bespreking (Febr. 1897) van de lezing van M. FRAMES, zegt dat de plaats door FRAMES aan de koollagen in het systeem gegeven, de meening weergeeft van de bekende geologen (4). In November van hetzelfde jaar (5) deelt hij nog steeds die meening en voegt hij er aan toe dat de verspreide voorkomens, zooals o.a. ten Noorden van Pretoria, ook tot de Molteno lagen behooren. A. J. ANDREWS deelde kort daarna (6) de vondst mede van een „carboon flora", een *Glossopteris*-gezelschap te Witkopje ten Noorden van Johannesburg. DRAPER vond hierin echter slechts bewijzen voor het voorkomen te Witkopje van Molteno lagen.

In 1898 (7) en ook in 1899 (10) maakt E. J. DUNN een scheiding tusschen koollagen met een flora zooals die van Vereeniging, en andere koollagen in Transvaal, die van Stormberg-ouderdom zijn.

In het rapport voor het jaar 1898 (8) van den Staatsgeoloog der Zuid-Afrikaansche Republiek, deelt MOLENGRAAFF mede, dat zijn waarnemingen nog te onvolledig zijn om nu reeds de gangbare meening, dat de Hoogeveld formatie een afdeeling van de Stormberg lagen vormt, als onjuist terzijde te zetten. Op palaeontologische gronden is hij echter geneigd om de Hoogeveld formatie als een afdeeling van de Beaufort lagen te beschouwen.

FRAMES blijkt in 1899 nog steeds de meening toegedaan, dat er in Zuid Afrika slechts één kolen-horizon voorkomt en wel overeenkomende met de Molteno lagen (11).

MOLENGRAAFF zegt in 1902, dat blijkbaar in Transvaal slechts de onderste afdeeling van de Boven Karroo voorkomt (Beaufort lagen), en dat de plaats van de daarin voorkomende koollaag ten opzichte van de Kaapsche steenkoollagen nog zeer onzeker is (12). CORSTORPHINE (13) beschouwt niet alleen de koollagen van Vereeniging en van den Oranje Vrijstaat, doch ook die van de Oostelijke Transvaal en het aangrenzende deel van Natal te behooren tot de Ecca lagen.

In de discussie van CORSTORPHINE'S mededeeling (14) geeft MOLENGRAAFF in 1903 de volgende indeeling van de Karroo formatie in Transvaal;

Boven Karroo,	fluviatiel en lacustrien.
Stormberg lagen,	ontbreken in Transvaal.
Hoogeveld formatie,	waarschijnlijk Beaufort lagen; bevat kool-lagen in het Oosten
Ecca lagen,	goed ontwikkeld in het Westen, niet aanwezig te Vereeniging.
Dwyka Conglomeraat,	met koollagen te Vereeniging.

In 1905 deelt MELLOR het resultaat mede van een onderzoek van den zandsteen, die in horizontale lagen verspreid over de Springbokvlakte voorkomt (15). Na het opsommen van eenige petrographische en stratigraphische verschillen met den Waterberg-Zandsteen en na vermeld te hebben, dat er nergens een contact met deze formatie is aangetroffen, komt het hem waarschijnlijker voor, dat de zandsteenlagen van de Vlakte niet tot den Waterberg-Zandsteen doch tot de Karroo-formatie gerekend moeten worden.

Bij een kaarteering van het gebied ten Westen van den spoorweg tusschen Hamanskraal en Warmbad, wordt door KYNASTON een uitgebreid gebied van grindsteen aangetoond, dat naar het Noord-Westen bedekt wordt door fijnen zandsteen. Beide lagen behooren tot de Karroo-formatie. Volgens de bijgegeven kaart bestaat b.v. de plaats Haakdoornbult (344), waarop ik straks terugkom, voor het overgroote deel uit grindsteen (16).

In zijn beschrijving (1906) van het kolenveld langs de Lebombo bergen, komt KYNASTON tot belangrijke resultaten (17, 20). Volgens hem wordt onderstaande opeenvolging aangetroffen in de Karroo-formatie te Komatipoort.

1. Stollingsgesteenten.
2. Fijne, ongelaagde zandsteen.
3. Roode, paarse en groene mergels en zandige schalies.
4. Grindsteen, schalies en zandsteen met koollagen.

KYNASTON noemt de in 1905 door MELLOR beschreven zandsteen van de Springbokvlakte (zie hierboven) dezelfde als No. 2. — No. 4 komt ten Noord-Westen van Hamanskraal (Springbokvlakte) onder No. 2 voor en No. 3 is aangetroffen in een boorgat onder No. 2 op de Springbokvlakte en in een put ten Zuid-Westen van Warmbad. Dus, m.a.w. zou op de Springbokvlakte dezelfde opeenvolging in de Karroo-formatie voorkomen als te Komatipoort. KYNASTON vindt nu een treffende overeenkomst tusschen deze opeenvolging en die van de Stormberg lagen in Kaapland en Oranje Vrijstaat. De Holenzandsteen en de Roode lagen van de Stormberg-formatie zouden dan respectievelijk overeenkomen met den fijnen, ongelaagden zandsteen en de roode mergels en schalies van de Springbokvlakte

en Komatipoort. Een vergelijking met de Molteno lagen vindt KYNASTON nog te gewaagd wegens het voorkomen van *Glossopteris* in de kolenformatie te Komatipoort. Het komt hem echter voor dat ze niet te paralleliseeren zijn met lagen onder de Beaufort-formatie. De naam „Boschveld Zandsteen" wordt ingevoerd voor de lagen 2 en 3.

Kort te voren (1906) gaf F. H. HATCH nog als zijn meening te kennen (19) dat de Stormberg- en Beaufort lagen in de Transvaal ontbreken, de Karrooformatie wordt volgens HATCH in Transvaal alleen vertegenwoordigd door Ecca en Dwyka lagen.

Na een overzicht van alle gegevens en meeningen omtrent de stratigraphische plaats van de Transvaalsche kolen-formatie blijkt het aan MELLOR in 1906, dat palaeontologische en stratigraphische gegevens beide sterk ten gunste van de correlatie met de Beaufort lagen spreken. Uitgemaakt is de zaak echter nog niet. Verder is het zeer waarschijnlijk, dat de Stormberg lagen in Transvaal vertegenwoordigd worden door den zandsteen van de Springbokvlakte en de daarmee overeenkomende gesteenten te Komatipoort (21). Ook de Ecca lagen zouden voorkomen. Zooals uit de rapporten van den Geologischen Dienst van Transvaal voor de jaren 1903 en 1905 blijkt, is het Dwyka-conglomeraat op een zeer oneffen oppervlak afgezet. De hoogten verhieven zich waarschijnlijk van 200-300 voet boven de dalen. Toen het conglomeraat nu aan denudatie werd blootgesteld verzamelde het fijne materiaal zich in de diepten. Boven het Dwykaconglomeraat worden nu b.v. in de Douglas mijn zeer dikwijls schalies en klei aangetroffen, die op deze wijze te verklaren zijn. Deze afzettingen komen blijkbaar overeen met de Ecca lagen.

In 1907 legt KYNASTON nog eens den nadruk op de petrographische overeenkomst tusschen den zandsteen van de Springbokvlakte en den Holenzandsteen van Lady Grey in de Kaapprovincie (22). Beide zandsteenen worden in détail bestudeerd, met het resultaat, dat er veel overeenkomst blijkt te zijn doch ook veel verschil. Met het oog op de stratigraphische overeenkomst wordt nu geconcludeerd dat een paralleliseering der lagen in kwestie niet meer te ontgaan is. M. i. brengt echter deze studie het vraagstuk geen stap nader tot zijn oplossing. Dat er groote stratigraphische overeenkomst bestond tusschen zekere lagen op de Springbokvlakte en te Komatipoort met een gedeelte van de Stormberg-formatie was reeds bekend uit vroegere publicaties van KYNASTON en MELLOR. Deze stratigraphische overeenkomst berust echter alleen op de algemeene petrographische overeenkomst der individueele lagen. Immers, de opeenvolging bestaat in Transvaal zoowel als in de Kaapprovincie uit grindsteen, kleisteen, zandsteen en stollingsgesteenten. Blijkt het zooals nu, dat een bepaald paar lagen petrographisch meer punten van overeenkomst toont dan aanvankelijk vermoed werd, dan wordt daardoor de correlatie der laagcomplexen toch

nog niet waarschijnlijker, vooral niet, waar er nog punten van verschil zijn bijgekomen. Misschien zou er meer zijn bereikt, als het petrographisch onderzoek niet beperkt ware gebleven tot één laag uit elke groep.

Kort daarna beschreef BROOM van de plaats Wiepe in het Noorden van Transvaal aan de Limpopo, resten van een carnivore *Dinosaurier* (23). Hij komt daarbij tot de conclusie, dat de lagen waarin deze resten gevonden zijn, zeer waarschijnlijk zullen blijken te behooren tot de Stormberg lagen. Tegelijk met deze beschrijving deelde Dr. CORSTORPHINE als de opinie van den vinder, den heer J. M. BOWKER, mede, dat deze lagen overeenkomen met die te Buiskop (welke volgens MELLOR behooren tot de fijne zandsteenlagen van de Springbokvlakte).

JORISSEN, bovenstaande mededeeling en KYNASTON's meening over de correlatie van den zandsteen van de Springbokvlakte besprekend (24), zegt er niet aan te twijfelen, dat de zandsteen van de plaats Wiepe aan de Limpopo dezelfde is als die van de Springbokvlakte en het daarom met KYNASTON eens te zijn over den ouderdom van dezen laatsten.

In hun „Geology of South Africa", 2de oplaag 1909 (25) erkennen HATCH en CORSTORPHINE de aanwezigheid van Dwyka en Ecca lagen in de Transvaal. De aanwezigheid van Beaufort lagen is echter twijfelachtig. De Holenzandsteen wordt in Transvaal waarschijnlijk vertegenwoordigd door den Boschveld Zandsteen (KYNASTON).

BROOM noemde later (1912) de hierboven bedoelde *Dinosaurier* resten *Gryponyx transvaalensis* (26).

HARGER, in zijn jaarrede voor de Zuidafrikaansche Geologische Vereeniging te Johannesburg (27), twijfelt niet aan het voorkomen van de Stormberg lagen in het Noorden van Transvaal en op de Springbokvlakte. Hij haalt tevens vondsten van *Dinosaurier* resten op de Springbokvlakte aan. Deze vondsten zijn door ANDERSON (29) bekend gemaakt. (Tot mijn spijt is het mij niet gelukt de publicatie van ANDERSON, een brochure, in handen te krijgen).

STUDT publiceerde in 1914 de meening, dat er ten Noorden van de Vaal-rivier en den benedenloop van de Oranje-rivier tot nog toe geen lagen zijn gevonden, die definitief tot de Boven Karroo gerekend kunnen worden (28, bl. 93.)

De meeningen door KYNASTON en MELLOR in de boven aangehaalde publicaties meegedeeld zijn ook te vinden in de rapporten van den Geologischen Dienst van de overeenkomende jaren.

Met bovenstaande aanhalingen meen ik te kunnen volstaan. Ik heb hierbij niet getracht volledig te zijn, in de eerste plaats al, omdat mij de tijd daartoe ontbrak, maar vooral ook omdat de vereischte literatuur buiten mijn bereik ligt. Bovendien is volledigheid niet noodzakelijk. Mijn doel was alleen aan te toonen, dat er over de correlatie van de Trans-

vaalsche Karroo lagen een groote verscheidenheid van meeningen bestaat. Op één punt is men het echter eens. Het glaciaal conglomeraat, waarvan MOLENGRAAFF voor het eerst en op afdoende wijze zijn glacialen oorsprong aantoonde met behulp van gegevens, verzameld in het district Vrijheid van de toenmalige Zuid-Afrikaansche Republiek en dat nadien op talrijke plaatsen in Transvaal is aangetoond, wordt algemeen erkend te behooren tot het Dwyka conglomeraat. De meeningsverschillen beginnen echter direct met de onmiddellijk op de Dwyka volgende laag. Zoo b.v. te Vereeniging. De aldaar boven het conglomeraat voorkomende koollaag is er soms mee in contact en soms er van gescheiden. Bovendien komt er wel eens een conglomeraat boven de koollaag voor. Het blijkt nu dat deze wijze van voorkomen de oorzaak is geweest van het achtereenvolgens correleeren dezer koollaag met de Molteno lagen, de Beaufort lagen, de Ecca lagen en de Dwyka lagen; in deze laatste zou de koollaag zelfs een interglaciale periode representeeren! De laatste onderzoekingen, welke eenig licht geven over het voorkomen van Ecca lagen in Transvaal zijn uitgevoerd door den Geologischen Dienst, doch zij brengen ons slechts tot de erkenning dat het voorkomen van Ecca lagen in de Transvaal nog niet bewezen is. Hetzelfde kan echter ook gezegd worden van de Beaufort lagen. Er is tot nog toe geen enkel overtuigend bewijs geleverd, dat bepaalde lagen van het Transvaalsche Karroo systeem tot de Beaufort lagen behooren. Na het releveeren van al het palaeontologisch en stratigraphisch bewijsmateriaal moest MELLOR nog erkennen (22, bl. 110): „A summary „of the evidence bearing upon the question of the correlation of the Trans„vaal Coal Measures shows, therefore, that the important question of the „position of this series in the general Karroo sequence in South Africa „cannot be said to be definitely settled".

Van de Stormberg lagen konden KYNASTON en MELLOR alleen zeggen dat zij zeer waarschijnlijk in Transvaal voorkomen. Latere onderzoekers hebben deze waarschijnlijkheid wel verhoogd, doch tot een besliste paralleliseering is het nog niet gekomen. Het aequivalent van de Stormberg lagen in Transvaal zou dan zijn de Boschveld Zandsteen Serie, voorkomende op de Springbokvlakte en te Komatipoort.

Het Transvaal Museum nu bezit materiaal, dat voor laatstgenoemde correlatie beslissend is. Dit materiaal bestaat uit *Dinosaurier* resten, welke gevonden zijn op de plaats Haakdoornbult No. 344, district Waterberg, ten Westen van het station Pienaarsrivier. Zooals reeds hierboven gezegd, bestaat, volgens het blad Pienaarsrivier van de geologische kaart van de Unie, de oppervlakte van genoemde plaats hoofdzakelijk uit grindsteen. Slechts de uiterste Noord-Oosthoek ervan is bedekt door den hoogeren Boschveld Zandsteen. Midden over de plaats loopt een klein spruitje van N.W. naar Z.O. dat uitmondt in de Plat rivier. Ten N.O. van een dam in dit

spruitje, boven op den aangrenzenden bult, bevinden zich tal van vanggaten. Deze vanggaten, door de vroegere bewoners dezer streek aangelegd om wild te bemachtigen, zijn in groepen van een vijftal elk vereenigd. In elke groep zijn de gaten gerangschikt over een halven cirkel. De door mij onderzochte gaten zijn alle in den loop van den tijd weer bijna geheel gevuld.

Om de randen der gaten echter ligt nog een gedeelte van het materiaal, oorspronkelijk door den maker er uitgehaald. Dit blijkt te bestaan uit kleine brokjes witten en rooden, fijnkristallijnen kalksteen. Aan den rand van één der gaten werd bovendien een groot stuk versteend been gevonden, dat gedeeltelijk nog bedekt was met denzelfden kalksteen, welke in kleine brokjes om de gaten verspreid lag. Op vrij grooten afstand van deze gaten werd nog een klein beentje gevonden, liggend in een voetpad langs de heining tusschen Haakdoornbult en Uitval (1697) en even ten Noorden van eenige groote grindsteen blokken.

Het blijkt nu, dat het groote been het distale einde is van een rechter dijbeen en het kleine beentje een teenkootje van een *Dinosaurier*, waarschijnlijk behoorende tot de Theropoden.

Het oppervlak van het femur einde is hier en daar sterk verweerd, doch de oorspronkelijke vorm kan nog grootendeels worden gerestaureerd.

De breedte van het femur einde bedraagt 20 cM., doch naar boven toe schijnt de breedte zeer snel te verminderen. Op een hoogte van ongeveer 22 cM. boven het ondereinde is het femur afgebroken en heeft het nog een dikte van 6,5 cM.; de dikte kan hier echter 10 cM. zijn geweest. De dikte over de binnenste condylus bedraagt 14 cM. en die over de buitenste condylus 16,5 cM. De condyli vormen groote verhevenheden aan de achterzijde van het femur. De binnenste condylus is breed en bol en eindigt naar boven met een hoogen rand, evenals bij *Euskelosaurus* (18, bl. 36). Dit boveneinde is echter sterk verweerd en vormde oorspronkelijk blijkbaar een nog hoogeren rand. De buitenste condylus is smal en steekt verder naar achteren dan de binnenste. Het achtervlak van de condylus loopt van de intercondyloidale groeve naar buiten en naar achter, zoodat er een kam gevormd wordt langs de achter-buitenzijde van de condylus. Deze kam hangt iets over het buiten oppervlak. Naar boven toe eindigt deze condylus ook plotseling en het schijnt, dat er in het verlengde van de condylus op de schacht een rand in de richting van het been loopt. Tusschen beide condyli bevindt zich een 3,5 cM. diepe en 3 cM. breede groeve. Het distale gewrichtsvlak is een weinig convex en is in het verlengde van de hiervoor genoemde groeve zeer zwak concaaf. Ten opzichte van de as van het been helt het gewrichtsvlak een weinig naar voren.

Dit femur einde komt nu in vorm zeer nabij dat van *Massospondylus*

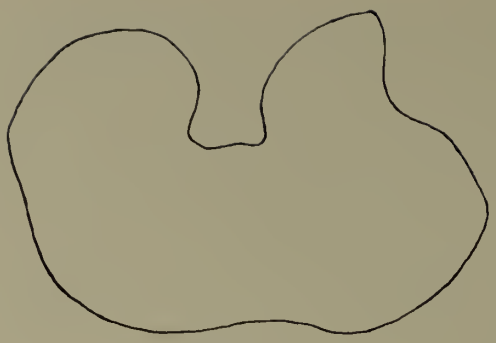


Fig. 1.

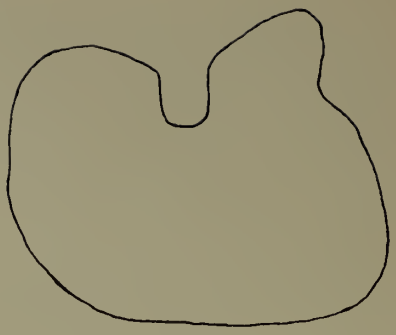


Fig. 3.

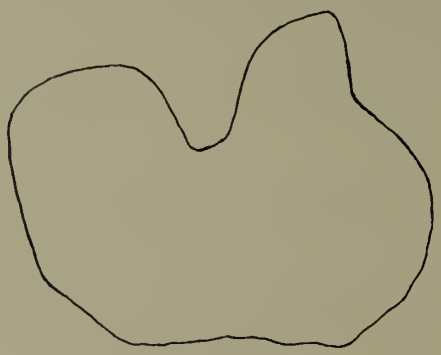


Fig. 2.

Fig. 1. „Euskelosaurus" (?) sp. Linker femur; spiegelbeeld van den omtrek van het distaal einde; 1/4 nat. grootte. Naar von Huene.

Fig. 2. Massospondylus carinatus Owen. Rechter femur; omtrek van het distaal einde; 1/2 nat. grootte. Harrismith. Naar von Huene.

Fig. 3. Gigantoscelus Molengraaffi n. g. n sp. Rechter femur; omtrek van het distaal einde; 1/4 nat. grootte. Haakdoornbult, 344, Distr. Waterberg.

Alle uit de Stormberg lagen, Zuid-Afrika.

en *Euskelosaurus* (zie tekstfiguren). Het is echter veel grooter dan dat van de eerste en veel kleiner dan dat van de laatste.

Met *Gryponyx* is, jammer genoeg, geen vergelijking gewenscht. Immers, BROOM heeft *Dinosaurier*-resten, in het Noorden van Transvaal aan de Limpopo gevonden, voorloopig tot het geslacht *Gryponyx* gebracht (26). De grootte van *Gryponyx transvaalensis* BROOM komt vrijwel overeen met wat het femur einde van onzen vorm doet vermoeden. Wordt nu de vorm onder bespreking, alleen om de overeenkomende grootte, onder *Gryponyx* gerangschikt, dan kan daaruit later alleen verwarring ontstaan. Met de andere geslachten bestaan te groote verschillen. Voorloopig moet deze vorm dus als nieuw beschouwd worden. Daarom stel ik voor de *Dinosaurier* vertegenwoordigd door het besproken femur einde, te noemen *Gigantoscelus Molengraaffi* naar Prof. MOLENGRAAFF, wiens onderzoekingen der Transvaalsche Karroolagen tot zulke belangrijke resultaten leiden als hierboven reeds zijn medegedeeld.

Wat leert ons nu *Gigantoscelus Molengraaffi* met betrekking tot de correlatie der Transvaalsche Karroo-formatie? Laat ons ter beantwoording dezer vraag even nagaan in welke formatie *Dinosauria* in de Karroo van

de Kaap Provincie zijn aangetroffen. De Dwyka lagen leverden tot nu toe slechts *Proganosauria*, de Ecca lagen slechts één *Dinocephaal* en één *Therocephaal*, de Beaufort lagen leverden talrijke *Cynodontia*, *Anomodontia*, *Pareiasauria*, *Dinocephalia*, *Therocephalia* en nog enkele vormen van andere orden, doch geen *Dinosauria*. Wat de Stormberglagen betreft, hierin zijn *Dinosauria* aangetroffen in den Holenzandsteen doch vooral in de Roode lagen. Derhalve, de laag waarin *Gigantoscelus* lag opgesloten en al de lagen der Karroo-formatie daar boven, behooren tot de Stormberg lagen. De paralleliseering der individueele lagen ligt echter nog niet voor de hand. Dit komt omdat in de opeenvolging de positie van de kalklaag, waarin *Gigantoscelus* voorkomt, nog niet is vastgesteld. Wel ligt deze kalkbank niet ver boven den grindsteen van de „Coal-measures", doch hij ligt blijkbaar ook niet ver van den Boschveld Zandsteen en het kan zelfs zijn dat hij tot het bovenste deel van dezen laatsten behoort. Resumeerende kan dus worden vastgesteld, dat Dwyka lagen en Stormberg lagen in Transvaal zijn aangetoond, terwijl het voorkomen van Ecca lagen òf Beaufort lagen òf beide nog niet is vastgesteld. Binnenkort hoop ik op dit onderwerp terug te komen met een bespreking van plantenmateriaal uit deze omgeving.

GEBRUIKTE LITERATUUR.

1. SCHENCK, A., „Die geologische Entwickelung Südafrikas". Petermanns Mitt. Bd. 34, VIII; S. 225—232. T. 13. Gotha 1888.
2. FRAMES, M., „Notes on the Coal Fields of the Transvaal", Trans. Geol. Soc. S. A. Vol. II, pp. 150—155, Johannesburg, 1897.
3. MOLENGRAAFF, G. A. F., „Report of the State Geologist of the South African Republic for the Year 1897" Trans. Geol. Soc. S.A. Vol. IV, Pt. VI pp. 119—147. With sections. Johannesburg, 1899. (Vertaling).
4. DRAPER, D., „Remarks on the paper by Mr. Frames, entitled: Notes on the Coal Formation of the Transvaal. Trans. Geol. Soc. S.A. Vol III, pp. 10—12 Johannesburg, 1898.
5. DRAPER, D., „On the Coal Deposits of South Africa". Trans. Geol. Soc. S.A. Vol. III, pp. 128—141. Johannesburg, 1898.
6. ANDREWS, A. J., „Discovery of Fossil Beds at the Witkopje Pan". Trans. Geol. Soc. S.A. Vol. III, p. 146. Johannesburg, 1898.
7. DUNN, E. J., „On Sub Karroo Coal" Trans. Geol. Soc. S.A. Vol. VI, pp. 115—116. Johannesburg 1899.
8. MOLENGRAAFF, G. A. F. „Geological Survey of the South African Republic. Annual Report for the Year 1898". (Engelsche vertaling van het oorspronkelijk Nederlandsch rapport, dat waarschijnlijk verscheen in 1899), Pretoria 1902.
9. MOLENGRAAFF, G. A. F., „Géologie de la République Sud-Africaine du Transvaal". Bull. soc. géol. de France 4e Sér. T.I., pp. 13—92, Pl. I, II. Paris, 1901.
10. DUNN, E. J., „Notes on the Differences between the Stormberg and Vereeniging Coal Measures". Trans. Geol. Soc. S.A. Vol V, pp 61—63, Johannesburg 1903.
11. FRAMES, M. E., „Sub-Karroo Coal". Trans. Geol. Soc. S. A. Vol. V, pp. 63—65. Johannesburg 1903.
12. MOLENGRAAFF, G. A. F.. „Address by Vice-President". Trans. Geol Soc. S. A. Vol. V, pp. 69—75. Johannesburg 1903.
13. CORSTORPHINE, G. S., „Note on the Age of the Central South African Coal Field". Trans. Geol. Soc. S.A. Vol. VI, pp. 16—19. Johannesburg 1904.
14. MOLENGRAAFF, G. A. F., Discussie van Dr. Corstorphine's lezing over: The Age of the Central South African Coal Field. Trans. Geol. Soc. S A. Vol. VI, pp. 45—46. Johannesburg, 1904.
15. MELLOR, E. T., „The Sandstones of Buiskop and the Springbok Flats". Trans. Geol. Soc. S.A. Vol. VIII, pp. 33—37. Johannesburg, 1906.
16. KYNASTON, H., „On a Portion of the Bushveld Area lying West of the Pietersburg Railway and South-West of Warmbaths". Transvaal Mines Dep. Rep. Geol. Surv., Year 1905. Pretoria 1906.
17. KYNASTON, H., „The Geology of the Komati Poort Coal-field". Transvaal Mines Dep. Geol. Surv. Mem. No. 2, Pretoria, 1906.
18. HUENE F. v., „Ueber die Dinosaurier der aussereuropaeischen Trias". Geol. u. Pal. Abh. herausg. van E. Koken, N.F. Bd. VIII, H. 2 Jena, 1906.
19. HATCH, F. H., „Anniversary Address of the President." Proc. Geol. Soc. S.A. pp. XXI—XXXIV. Johannesburg, 1907.
20. KYNASTON, H., „The Geology of the Neighbourhood of Komati Poort". Trans. Geol. Soc. S.A. Vol. IX, pp. 19—31. Johannesburg, 1907.
21. MELLOR, E. T., „The Position of the Transvaal Coal-Measures in the Karroo Sequence". Trans. Geol. Soc. S.A. Vol. IX p. 97—110. Johannesburg, 1907.
22. KYNASTON, H. „Note on the Correlation of the Bushveld Sandstone Series and the overlying Volcanic Rocks". Trans. Geol. Soc. S.A. Vol. X pp. 31—35 Johannesburg, 1908.

23. CORSTORPHINE, G. S., Mededeeling omtrent het vinden van *Dinosaurier* resten in het Noorden van Transvaal door den Heer J. M. Bowker en beschrijving daarvan door Dr. R. Broom. Proc. Geol. Soc. S.A. Vol. X, pp. XXXIV, XXXV, Johannesburg, 1908.
24. JORISSEN, E., Discussie van Kynaston's lezing over de correlatie van de Boschveld zandsteen lagen enz. en van Dr. Broom's beschrijving van *Dinosaurier* resten uit het Noorden van Transvaal (zie hierboven). Proc. Geol. Soc. S.A. Vol. X, pp. XXXVI, XXXVII. Johannesburg, 1908.
25. HATCH, F. H., and G. S. CORSTORPHINE, „The Geology of South Africa". Sec. Ed. London 1909.
26. BROOM, R., „On the Remains of a Theropodous Dinosaur from the Northern Transvaal". Trans. Geol. Soc. S.A. Vol XIV, pp. 82—83 Pl. XIII. Johannesburg, 1912.
27. HARGER, H. S., „Anniversary Address of the President" Proc. Geol. Soc. S.A. Vol. XVI, pp. XXII—XXXIX, Johannesburg, 1914.
28. STUDT, F. E, „The Geology of Katanga and Northern Rhodesia: An Outline of the Geology of South Central Africa". Trans. Geol. Soc. S.A. Vol. XVI, pp. 44-106. Pl. V—XV. Johannesburg, 1914.
29. ANDERSON, W., „On the Occurrence of Skeletal Dinosaurian Remains, Springbok Flats".

EENE NIEUWE OSTRACODE UIT DE BOVENSILURISCHE MERGEL VAN MULDE OP GOTLAND.

DOOR

W. N. KUIPER.

(zie Plaat II).

Van de Ostracoden, die in de silurische periode de zee bevolkten, welke zich destijds over het noord-oostelijk gedeelte van Europa uitstrekte, zijn talrijke soorten door AUREL KRAUSE en anderen beschreven uit de stukken kalksteen, welke als diluviale zwerfsteenen in de keileem der noordduitsche laagvlakte voorkomen. Doordat deze laatste dikwijls min of meer verweerd zijn, kan men soms de daarin aanwezige Ostracodenschalen en -kleppen zeer gemakkelijk blootleggen. Vooral wanneer de verweering zoover voortgeschreden is, dat de fossielen geheel wit geworden zijn, is hunne zeer verschillende versiering der oppervlakte bijzonder duidelijk waar te nemen.

Geheel anders is het gewoonlijk gesteld met de kalksteen, waaruit nu nog sommige silurische lagen van het Balticum bestaan en welke derhalve nu nog aldaar als vaste rots aanwezig is. Deze is meestal zoo hard, dat het moeilijk is de Ostracodenresten hierin bloot te leggen. Eene uitzondering hierop maakt de ondersilurische kalksteen van de Kuckers'sche laag der Russische Oostzee-provinciën, waaruit BONNEMA talrijke Ostracodensoorten beschreven heeft.

Soms bestaan de silurische lagen in het Balticum uit klei of mergel en dan kan men de daarin aanwezige Ostracodenresten daaruit zeer gemakkelijk krijgen door slibben. Het meest bekende voorbeeld hiervan is de bovensilurische mergel van Mulde en omstreken op het eiland Gotland, waarvan de Ostracoden vooral door JONES (1) en CHAPMAN (2) beschreven zijn.

Onder het materiaal, dat door Prof. BONNEMA uit de mergel van bovengenoemde plaats op die manier bijeengebracht is, bevindt zich een klep, die van een nog niet beschreven Ostracode afkomstig blijkt te zijn en mij welwillend voor deze korte mededeeling ter beschrijving afgestaan werd, waarvoor ik Z.Ed. Hooggel. hierbij mijn besten dank betuig.

Als herinnering aan de leerzame excursie in Thüringen, waar Prof. MOLENGRAAFF mijn eerste schreden op het gebied der veldgeologie geleid heeft, heb ik het genoegen deze nieuwe Ostracodensoort te noemen:

ULRICHIA MOLENGRAAFFI n. sp.

Pl. II. Fig. 13.

Gelijk reeds vermeld is, bestaat het materiaal, dat hiervan aanwezig is slechts uit ééne klep, welke, zooals nader besproken zal worden, zoo goed als zeker als eene rechter te beschouwen is. De lengte bedraagt 0,67 m.m. en de hoogte 0,44 m.m. De breedte neemt van den slotrand naar beneden toe en bedraagt daar 0,20 m.m.

De algemeene vorm is min of meer afgerond rechthoekig. De slotrand is recht en 0,54 m.m. lang. De andere randen zijn min of meer gelijkmatig gebogen en gaan ongemerkt in elkaar over. De voorrand maakt met den slotrand een stompen en de achterrand, daar het bovenste gedeelte hiervan vertikaal loopt, ongeveer een rechten hoek.

De klep is omgeven door een vrij breeden, sterk convexen, schijnbaar geheel gladden, maar onder de microscoop een overlangsche streping vertoonenden rand, die bij den slotrand het laagst en daarentegen het sterkst ontwikkeld is bij het onderste gedeelte van de voorzijde. Op de voorste helft der klep buigt deze convexe rand zich aan den buitenkant zoo sterk naar binnen om, dat ze loodrecht op het zijvlak komt te staan. Op de achterste daarentegen geschiedt dit eerst ook wel, maar hij buigt zich vervolgens weer naar buiten, zoodat er een goot ontstaat die naar den slotrand toe steeds breeder wordt.

Een gevolg hiervan is, dat van de 9 tanden, die zich op de vrije randen van het midden der voorzijde tot dat van de achterzijde bevinden, de voorste niet zichtbaar zijn, wanneer men de klep van terzijde beziet.

Binnen den convexen rand bezit de klep een meer vlak gedeelte, dat met min of meer ronde onregelmatig geplaatste kuiltjes van verschillende grootte versierd en door een vlakke goot van den verheven rand gescheiden is. Zeer karakteristiek is, dat dit gedeelte op de bovenste helft der klep twee hooge ongeveer halfcylindervormige gladde knobbels draagt, waarvan de lengteassen loodrecht op den slotrand staan en die iets boven dezen uitsteken. De voorste bevindt zich in het midden der voorste helft, de achterste iets achter het midden der klep.

Tusschen de beide knobbels bezit de klep eene groeve, waarvan het ontstaan zeker samenhangt met het vasthechten van den sluitspier aan de binnenkant van de klep. Een spierindruksel is echter niet waar te nemen. Daar eene dergelijke groeve zich steeds op de voorste helft der kleppen bevindt, meen ik deze klep voor eene rechter te mogen houden. In overeenstemming hiermee zou het zijn, wanneer op den slotrand eene groeve voorkwam. Dit lijkt wel het geval te zijn, maar is niet met zekerheid waar te nemen.

Uit de aanwezigheid van de beide knobbels met de daartusschen liggende groeve blijkt voldoende, dat deze klep afkomstig is van een

Ostracode, die tot het geslacht *Ulrichia* (3, 543) behoorde. Van de beschreven soorten lijkt deze het meest op de devonische *Ulrichia Conradi* JONES (3, 544), die de aanleiding was om het geslacht *Ulrichia* op te stellen. Bij deze laatste soort zijn de knobbels echter korter en is de verheven rand veel smaller.

Misschien is *Ulrichia Molengraaffi* ident met de *Ulrichia*soort, waarvan HAUPT (4, 85 en 109) als *Beyrichia* sp. uit het bovensilurische graptolieten-gesteente eene onvoldoende beschrijving en slechte afbeelding geeft. Wat de ouderdom betreft, zou dit zeer goed mogelijk zijn.

Ten slotte wil ik er nog even op wijzen, dat de Ostracode, welke door CHAPMAN (2, 150) als *Beyrichia muldensis* beschreven en afgebeeld is en onder het materiaal van Prof. BONNEMA geheel ontbreekt, in sommige opzichten merkwaardig veel met *Ulrichia Molengraaffi* overeenkomt, zoo zijn bv. de verheven rand en de beide knobbels gemakkelijk terug te vinden. Ik kan mij wel voorstellen dat men aanneemt, dat de beide laatste aan den onderkant door een verheven rand met elkaar verbonden zijn, echter niet, dat men meent, dat zich hier op het achterste gedeelte (CHAPMAN zou dit dan het voorste gedeelte genoemd hebben) nog een „thin ridge" bevindt en dat een klep, die groefjes bezit „granulated" is. Ik durf deze beide Ostracoden dan ook niet tot eene soort te brengen.

LITERATUUR:

1. JONES, T. R. — *„Notes on the Palaeozoic Bivalved Entomostraca. — No. XXV. On some Silurian Ostracoda from Gothland."*
   Ann. and. Mag. of Nat. Hist. Ser. VI, Vol. 1, (395—411, with 2 pl.) 1888.
2. CHAPMAN, FRED. — *„On some Fossils of Wenlock Age from Mulde, near Klinteberg Gothland."*
   Ann. and Mag. of Nat. Hist. Ser. 7, Vol, VII (141—160, with 1 pl.) 1901.
3. JONES, T. R. — *„On some Devonian and Silurian Ostracoda from North America etc."*
   Quaterly Journal of the Geol. Soc. Vol, XLVI. (534—556, with 2 pl.), 1890.
4. HAUPT, K. — *Die Fauna des Graptolithen-gesteines.*
   Neue Lausitzische Magazin, vol. LIV, Görlitz 1878.

VERKLARING VAN DE FIGUUR.

Fig. 13 Pl. II. Rechterklep van *Ulrichia Molengraaffi* W. N. KUIPER 50 ×.

GRONINGEN, 31 April 1916.

DE VENNEN VAN OISTERWIJK IN NOORD-BRABANT

DOOR

DR. J. LORIÉ.

Met bijzondere waardeering aanvaardde ik de uitnoodiging, deel te nemen aan het huldebetoon bij gelegenheid van MOLENGRAAFF'S zilveren jubileum als hoogleeraar. Meer in het bijzonder was mij zulks aangenaam, wegens zijn meermalen gebleken op prijs stellen van het rustige voortwerken, het bijeenbrengen van vertrouwbare bouwstoffen met terzijdestelling van vuurwerk, windhypothesen en dergelijke ontbeerlijke zaken, wier nut minstens twijfelachtig is. Ik kies daarvoor een onderwerp, waarvoor ik den grondslag in het vorige jaar gelegd had en dat, door het tegenwoordige streven om „Naturdenkmäler" te beschermen, wel actueel is.

LITTERATUUR.

1. 1884. CRAANDIJK en SCHIPPERUS. Wandelingen door Nederland. Deel VII.
2. 1894. Dr. J. LORIÉ. De Hoogvenen en de gedaantewisselingen der Maas in Noord-Brabant en Limburg. Mededeelingen der Commissie voor het geologisch onderzoek No. 14. Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam. Afdeeling Natuurkunde.
3. 1895. Idem. Een en ander over Zandstuivingen. Handelingen van het vijfde Natuur- en Geneeskundig Congres, gehouden te Amsterdam.
4. 1906. Idem. De geologische bouw der Geldersche Vallei, enz. Als 2, No. 35.
5. 1910. Idem. Het Uddeler Meer en de Veluwe. Als 4, No. 36.
6. 1914. Anonymus. Geïllustreerde Gids voor Oisterwijk en omgeving, met wandelkaart. Tilburgsche Handelsdrukkerij, JEAN SMITS & ZONEN.
7. 1915. E. HESSELINK, Verslag van de Excursie op 27 Augustus 1915, naar de stuifterreinen om Kootwijk, Verslagen der geologische sectie. Tweede deel. Tweede stuk. Geologisch Mijnbouwkundig Genootschap voor Nederland en Koloniën.
8. 1916. JAC. P. THIJSSE. De bosschen en vennen van Oisterwijk. Verslag eener lezing. Utrechtsch Dagblad. 11 Januari.

I.

De Oisterwijksche vennen liggen ten zuiden van den spoorweg Tilburg—Boxtel en ten noorden eener daaraan evenwijdige lijn, getrokken door het

dorp Moergestel. In dit gebied vloeien een drietal beken, de Voorste Stroom, berucht door het afvalwater van Tilburg, de Achterste Stroom, nog ongerept, en de onbeduidende Rosep. Te samen vormen zij de Aa of Run, die nog de Beerze opneemt en zich, boven Vught, met de Dommel vereenigt.

De omgeving bestaat uit het gewone, vlakke Zanddiluvium, waarop o. a. de kom der gemeente Oisterwijk, de uitspanning Gemullehoeken, de Boxtelsche Baan, het kasteel Nemerlaar, enz. Vermoedelijk is dit de oorspronkelijke Z.-N. helling, opgebouwd door de wilde wateren der Maas in het diluviale tijdvak, en werd daarin later een dal uitgeschuurd door eenen stroom, die gaandeweg verarmde tot bovengenoemde beken.

De kom van het dorp ligt ongeveer 1 M. boven het dal van den Voorsten Stroom, en dit slechts enkele decimeters lager dan het terras tusschen de beide beken. Hierop loopen o. a. de Breede Steeg en de grindweg naar Moergestel. Bij Nemerlaar is het beekdal minder dan 1 M. lager dan het Zanddiluvium, de beek zelve ongeveer evenveel in haar dal ingesneden.

Het dal der onbeduidende Rosep vertoont sterke tegenstellingen. Bij de Rosephoeve, ten Z. O. van Oisterwijk, is het normaal, in het midden weiland met koeien, $^1/_2$ M. lager dan het vlakke Zanddiluvium, met bosch bezet. De wandelkaart (bij No. 6) laat dit verschil zeer goed zien. Het dal heeft hier eene breedte van 250 M. en gaat stroomafwaarts over in eene veel breedere, moerassige vlakte met biezen, riet, enz. en weinig open water. Indien de beek aan zich zelve werd overgelaten en niet af en toe schoongemaakt, zoude zij zeker toegroeien. Eene dergelijke moerasvlakte wordt, volgens de stafkaart, „Goor" geheeten. De onze is het „Kleine Goor", die ten Z. O. van het Belversven het „Groote Goor".

II.

In de geologische litteratuur van ons land is over vennen niet veel te vinden, in den index achter Staring's „Bodem van Nederland" komt het woord „ven" zelfs niet voor.

No. 1 der litteratuurlijst maakt geene aanspraken van geologischen aard, het is meer als curiosum, dat ik de volgende zinsnede overschrijf.

Bladz. 186. Met uitnemenden smaak werden die „vennen" tot sierlijke waterpartijen *vergraven* en die heidevelden tot een indrukwekkend landgoed aangelegd".

In No. 8 zegt de heer Thijsse „Door de vorming van het ijzeroer en bankroer" (zal wel „zandoer" moeten wezen) „zijn de vennen ontstaan, die niet anders zijn dan gleuven en plooien, inzinkingen tusschen oude rivierduinen".

In No. 6 treffen wij volstrekt niets aan omtrent het ontstaan der vennen.

Ik zelf heb mij met vennen eenige malen bezig gehouden en onderscheidde, reeds van den aanvang af, twee wijzen van ontstaan.

In 2 schreef ik op bladz. 25, 31, 34, 37, 38, 39, 46, 52, 54 en 66 de wording van een aantal vennen in Noord-Brabant toe aan de uitschuring van het stroomende water, als onvoltooide dalen, als diffuse dalvorming, als conservatieve typus, en nam aan, dat zij allen met veen gevuld zijn geweest, daarna uitgeveend en tegenwoordig weder aan het dichtgroeien.

In 4 kwam ik, op bladz. 62 en 63, en in 5, op bladz. 7—10, voor de Veluwe tot een overeenkomstig besluit. In de omgeving van het Uddeler-Meer is bij sommige dier plassen eenig stuifzand in de nabijheid, maar, of in te geringe hoeveelheid, of toch te ver verwijderd om de kommen aan uitschuring te kunnen toeschrijven.

Eene andere wijze van ontstaan is de uitwaaiïng, waarbij het zand, nevens of achter de laagte, heuvels vormt.

Voor Noord-Brabant somde ik gevallen op in 2 op bladz. 25, 29 en 43, in n°. 3 besprak ik ze, in het algemeen, op bladz. 3 en in n°. 4, voor de Veluwe, op bladz. 62 en 74. Meestal zijn de uitgestoven pannen gemakkelijk aan te wijzen, soms ook niet, als het zand vermoedelijk ontleend is aan het winterbed eener beek.

Het hoogteverschil tusschen de oorspronkelijke en de uitgewaaide oppervlakte heeft de neiging steeds grooter te worden, de kelen worden steeds dieper, zooals men bij Odoorn in Drenthe goed kan zien.

III.

Hoe staat het nu, in de omgeving van Oisterwijk, met het ontstaan der bekende vennen? Zijn zij langs eene der beide genoemde wegen gevormd, langs beiden of is er soms nog eene derde wijze?

Om die vraag te beantwoorden begin ik met een der kleinste en meest eenvoudige vennen, gelegen ten Z.O. van en dicht bij de schilderachtige uitspanning „Groot Speyk". Het is een weinig langer dan breed en vrij wel W.-O. gericht. Aan zijnen westoever zien wij het gewone vlakke Zanddiluvium, oostwaarts gaande, zoowel aan noord- als zuidzijde, stijgt de oppervlakte tot ongeveer 3 M. Het meertje is dus half omgeven door eenen cirkelvormigen heuvel, enkel en uitsluitend uit fijn zand bestaande, dat m.i. slechts door den wind opgehoopt kan zijn. Deze heuvel herinnert tevens zeer aan eene kleine eindmoraine, doch er is geene enkele aanleiding hier aan eene glaciale werking te denken, men zoude van „geological mimicry" kunnen spreken. Gipsmodellen van ven en heuvel vervaardigd, zouden gemakkelijk verkocht kunnen worden als typisch model van glaciale erosie.

Ten westen van den zandweg (rood op de wandelkaart) zijn nog kleine heuveltjes stuifzand, die echter niets met de wording van ons vennetje te maken hebben, het is eenvoudig zand, dat er uit het westen is heengewaaid.

2°. In de onmiddellijke nabijheid is een, nog kleiner ven, maar minder typisch, de vijver ten W. van Groot-Speyk.

Even gemakkelijk is de wording na te gaan van een drietal kleine vennen (3, 4, 5) in de Kempsche Heide, ten ZW. van Boxtel en ten Z. van Roond.

Ansems-ven, Kleine- en Groote Glasven zijn reeds ten deele toegegroeid, zelfs in hooiland veranderd, maar aan N., O. en Z.zijde door eenen sikkelvormigen heuvel omgeven, die reeds op de stafkaart 1 : 50000 goed herkenbaar is.

6°. Ik keer terug tot de wandelkaart, waar, in den Z.W.hoek de „Pierenberg" is aangegeven, met een nameloos ven er nevens, dat ik „Pierenven" heb gedoopt. Bij mijn bezoek, in September 1915, was het bosch gekapt en het terrein daardoor goed overzichtelijk. De „Pierenberg" is duidelijk stuifzand, dat het ven geheel omgeeft en aan de N.O. zijde het hoogst is. Het ven is aan het Z.W. einde het ondiepst, hier groeien veel biezen, terwijl het blanke water in hoofdzaak aan het N.O. einde is.

7°. Ten N.W. van een der grootste vennen, het „Belvers—Ven", aan den oostrand der wandelkaart, die het niet aangeeft, is een, W.—O. gericht vennetje, aan het westeinde vlak zand, aan N. en Z.zijde begint een amphitheater, dat, naar het O. steeds hooger wordt en het ven geheel omringt.

8°. Ten O. van het kasteel Nemerlaar en aan de noordzijde van den spoorweg naar Boxtel staat eene kleine herberg „De Posthoorn". Ten Z.O. van deze en aan de zuidzijde van den spoorweg is een zeer overzichtelijk, langwerpig ven, Z.W.—N.O. gericht. Het is aan drie zijden door een prachtig amphitheater omringd, niet aan het Z.W. einde.

9°. Het Rietven, ten Z. van Oisterwijk, aan den grindweg naar Moergestel. Het is een van de grootste vennen, grootendeels toegegroeid met riet, enz. doch heeft nog eenige plekken open water. De vorm is langwerpig, van het Z.W. naar het N.O. Alleen aan het Z.W. einde is vlak Zanddiluvium, aan de drie andere zijden is het door zeer duidelijke zandstuivingen omgeven, die het ook van den Achtersten Stroom scheiden en tot 3 M. hoog worden.

Iets minder duidelijk of meer samengesteld is eene tweede groep, met 10°. Diaconieven, dicht bij en ten Z. van den bekenden Hondsberg, het is vrij wel W.—O. gericht en bevat mooi helder water. Aan de westzijde loopt een weg (rood op de wandelkaart), ten W. waarvan gewoon, vlak

Zanddiluvium. Aan N., Z. en O.zijde zijn tamelijk lage heuvels, wier zachte helling duidelijk naar het meer is toegekeerd. In den N.O.hoek is de zandbodem van het $^1/_2$ M. diepe water goed te zien. De verhoudingen worden wat ingewikkelder, *a*) door eene laagte aan den N.W.hoek, die ik eerst voor een beekdal hield, totdat mij bleek, dat zij eveneens uitgestoven, dus een droog ven is, *b*) aan het westeinde, door heuvels stuifzand, waarover de weg gaat. Met de *wording* van het ven hebben zij niets te maken, maar vertroebelen toch eenigszins het onderzoek.

Zeer dicht hierbij ligt het „Brandven" of „Verbrande Ven", waarover niets bijzonders te zeggen valt. Alleen herinnert de naam aan eene legende omtrent het Uddelermeer. In n°. 5 deelde ik, op bladz. 6, mede, dat dit klassieke meertje in 1222 ontstaan zoude zijn door uitbranding van een bosch met daaronder gelegen veen. Zoo iets is natuurlijk zeer goed mogelijk, maar verklaart allerminst hoe de kom gevormd werd, die zich met veen vulde, dat later weder verbrandde. Misschien mogen wij er eene vingerwijzing in zien, dat het „Brandven" ook met veen gevuld is geweest.

11°. Het Allemans-Ven, ten Z. van het groote Kolkven. Langs de zuidzijde loopt een weg over gewoon, vlak Zanddiluvium, dat naar het ven toe zichtbaar daalt. Aan de westzijde stijgt de oppervlakte langzaam naar het noorden, de rijweg aan de noordzijde ligt hoog en droog, verder noordelijk komt nog hooger, doch geheel vlak zand. Eerst aan de oostzijde wordt de toestand duidelijker, noordwaarts ziet men eenen chaos van bobbeltjes en kleine veentjes en, in den NO. hoek, duidelijke zandstuivingen, met de zachte helling, zooals behoort, naar het Z., de steilere naar het N.

In het ven is nog maar weinig open water, aan de noordzijde heeft de verlanding zelfs hooiland opgeleverd, omgeven door elzen.

Nog meer samengesteld zijn de volgenden.

12°. Galgenven, halverwege Oisterwijk en Tilburg Het heeft overwegend blank water en is geheel door eenen 50 M. breeden ring van zandstuivingen omgeven, welke het hoogst zijn in eenen boog om het oosteinde. Zoowel aan de noord- als aan de zuidzijde hebben zij hunne zachte helling naar het ven toegekeerd, maar ook niet zelden hunne steile helling, waarop ik nader terugkom. Zoowel aan west- als aan oosteinde bevinden zich smalle uitloopers van het ven, die weder door stuifzand zijn afgedamd. Het ZW.einde is, zooals te begrijpen, het meest aan het verlanden, eerst komen biezen, ten slotte verschijnt eene veenvlakte met gras.

13°. Belvers-ven, geheel aan het oosten der wandelkaart. Het had oorspronkelijk eene N.N.W.-Z.Z.O. richting, maar is gaandeweg gedraaid tot eene, vrijwel N.—Z., natuurlijk niet door eene werkelijke beweging, maar

door eene sterkere verlanding in de ZO. en NW. hoeken. Aan de oostzijde is geen enkelvoudig amphitheater, maar een grillig duinlandschap, uit verschillende ruggen bestaande, die in den ZO.hoek juist N.—Z. gericht zijn; ook in den ZW.hoek zijn kleine stuifheuveltjes.

Het afstuiven kan ook geschieden zonder bepaalde komvorming, zooals ik reeds in vroegere jaren (bladz. 3) heb opgemerkt. Zulks gebeurt o.a. als het winterbed eener beek in den zomer droog valt. Een duidelijk voorbeeld levert de vrij belangrijke heuvelgroep, de „Duivelsberg" op, 6—7 M. hoog, die uit onmiskenbaar stuifzand bestaat, met de steile helling naar het NO. gekeerd. Toch is naar het ZW. geen ven te ontdekken, dat men er mede in oorzakelijk verband kan brengen. Misschien is het zand, dat later opwoei, aangevoerd door het „Rosep-stroompje".

14°. Duidelijker is zulks bij het ven van „De Posthoorn" (een ander dan no. 8), dat door den spoorweg wordt gesneden. Op de kaart valt de rechte noordrand zeer in het oog, zoodat ik aanvankelijk dacht aan eene afdamming ter opstuwing voor eenen watermolen. Een onderzoek ter plaatse toonde echter aan, dat daarvan geene sprake was, en ook de bewoners van den Posthoorn verzekerden mij, dat daar nooit een watermolen geweest was. Aan de oostzijde van den plas, waardoorheen de Rosep vloeit, zag ik trouwens duidelijke, maar lage duintjes. Het is dus eenvoudig een afgewaaid stuk dalvlakte. Het dal is hier $^3/_4$ M. ingesneden.

15°. Hierbij sluit zich goed aan het „Kleine Goor", reeds op bladz. 2 ter sprake gebracht, dat van het Belversven door lage zandstuivingen is gescheiden.

Ten vierde, de meest samengestelde, bezochte en schilderachtige vennen, welke twee natuurlijke groepen vormen: A van Esschenven, Witven en Choorven, ten westen, B. Wolfsputven, Staalbergven en Groot Aderven ten oosten der Oirschotsche Baan.

In het eerste valt de aandacht op verscheidene zandeilandjes met dennen, in het derde tot eenen chaos vereenigd. Eenen tegenhanger daarvan zien wij in eenen anderen chaos van moerasjes en veentjes tusschen de zandheuveltjes aan de oevers aan de zuidzijde van het Choorven.

Een en ander vestigt spoedig de overtuiging, dat de bodem der vennen dezelfde gedaante heeft als de oevers, in beiden eene grillige afwisseling van hoog en laag. Zij zijn het gevolg van het spel der winden en een doorloopend duinlandschap.

Volkomen dezelfde chaotische afwisseling vindt men ook aan andere samengestelde vennen, als die der tweede groep, het Kolkven en het Zandbergsven, dat ten oosten van het Belversven gelegen is.

Wat het beloop der heuvels aangaat, zoo stijgen die zonder uitzondering van west naar oost, bij het eene ven valt zulks gemakkelijker in het oog dan bij het andere.

Eene zaak, die nog besproken dient te worden, is het voorkomen van eenen, naar het water gekeerden steilrand der stuifheuvels. Ik vond dien aan het Witte- en het Choorven, aan het Kolkven, Staalberg- en Groot-Aderven. Volgens de gestelde verklaring moet integendeel de zachte helling naar het water gericht zijn. Ik trachtte deze tegenstrijdigheid op de volgende wijzen te verklaren.

1°. In enkele gevallen is zij vermoedelijk een gevolg van den afslag, heeft het ven zich dus uitgebreid.

2°. In sommige gevallen zijn de heuvels opgebouwd door andere winden dan die uit de heerschende richting, zooals ik zulks, voor jaren waarnam te Loosduinen. Hier keeren enkele duinen hunnen steilrand zeewaarts, doordat zij, in de luwte der hoogere zeeduinen, door landwinden zijn opgewaaid. Al zijn zij niet zeer zeldzaam, zoo vind ik toch niet, dat zij de hypothese aan het wankelen brengen.

En zoo kom ik vanzelf tot het eenige ven, dat ik bezocht en waar mijne hypothese mij geheel in den steek liet. Aan geene zijde is eenig spoor van heuvels stuifzand te ontdekken, de omgeving is laag, vlak en moerassig (een Goor), zoodat zij zelfs door het graven van greppels voor ontginning geschikt moest gemaakt worden. Het ven is wel klein, maar toch te groot om aan eenen uitgegraven vijver te denken en waar zoude dan het zand gebleven zijn? De omgeving toch is er niet mede opgehoogd!

Met den spoorweg vervoerd, zooals met het „Lonnekermeer" bij Enschede het geval is? Doch daaraan valt niet te denken, de spoorweg Tilburg—Boxtel is wel in de nabijheid, doch staat er niet mede in verband. Ik zie geene andere verklaring dan die eener uitkolking door de wilde wateren in den diluvialen tijd, waarbij het alleen zijn van dit vennetje de verklaring wel wat in den weg staat. Het bevindt zich ten zuiden van het kasteel Nemerlaar, ongeveer even ver als dit van den spoorweg verwijderd, en is Z.Z.W.—N.N.O. gericht, ongeveer evenwijdig aan Achtersten Stroom en Rosep-Stroompje.

Het is nog merkwaardig als zijnde het meest „von der Kultur beleckt". Aan het N.O. einde is, op een eilandje een kelder, op het gewelf rust een voetstuk, gedeeltelijk gemetseld, gedeeltelijk van hardsteen, en daarop eene zeer verwaarloosde beeldengroep van tufkrijt. Het eene beeld heeft eenen Mercuriusstaf met twee slangen in de hand, het andere, eene kroon op het hoofd en eene sikkel in de hand. Ik veronderstel, dat de beelden

Landbouw en Handel moeten voorstellen en dat zij daar zijn geplaatst door eenen der vroegere bewoners van Nemerlaar.

Ten slotte de vijver van den Hondsberg, waar ik mijne wandelingen aanving. In No. 6 wordt het bestaan van eenen „Hondsberg" kortaf geloochend. No. 1 is iets minder hardvochtig, als het zich aldus uitspreekt. „Een „berg" is op den Hondsberg ver te zoeken, maar de bodem is eenigszins golvend en enkele verhevenheden verkregen zelfs, door den, uit de plassen gegraven grond, eene niet onbelangrijke hoogte".

Het hotel staat echter wel degelijk op zulk eenen molshoop, dien men, in ons vaderland euphemistisch „berg" gelieft te noemen, en ik herkende dien onmiddellijk als eene zandverstuiving, zooals er vele in de omgeving zijn. Toch kan ik den vijver niet als een klein ven beschouwen, waartoe ik aanvankelijk zeer geneigd was. Na eenig zoeken vond ik zijne voortzetting naar het Z.W. in een paar andere, verwaarloosde vijvers en stukjes dal tot den Achtersten Stroom. Ook naar het N.O., stroomafwaarts is die gemakkelijk te vinden, achter eenen dam, in een stilstaand stuk beek, dat in gemeenschap staat met hetzelfde riviertje. De verklaring is nu niet zoo moeilijk. De A. S. heeft zich in tweëen gedeeld, de eene tak is, op twee plaatsen door stuifzand afgesnoerd, het benedenstuk bleef aanvankelijk in gemeenschap met den A. S., maar werd er later door eenen kunstmatigen dam van gescheiden. Aldus ontstond een gesloten vijver, die eenen hoogeren waterstand verkreeg door het water, dat er van de omringende heuvels inzakte.

Weinige jaren geleden (in 1911), toen ik op de Veluwe onderzoekingen verrichtte omtrent het belangwekkende roode zand, bezocht ik een eigenaardig meertje „Gerrits-Flesch" geheeten, tusschen de spoorweghalte Assel en Otterloo. Naar het N.O. vertakt het zich eigenaardig, naar het Z.W. eindigt het botweg. Na eenig rondloopen vond ik, dat het eenvoudig een, door stuifzand afgedamd dal is, de vertakkingen zijn zijdalen. Eerst in (1915, 7 blz. 55) werd deze opmerking door anderen bekend gemaakt.

IV.

Een paar groote moeilijkheden vragen nu nog om eene oplossing.

Ten eerste, zijn thans alle vennen met water gevuld; hoe kunnen dan die kommen door den wind zijn uitgehold? Natuurlijk zoude zulks alleen mogelijk zijn, indien er geen water in was. Wij moeten dus teruggaan tot eenen drogeren tijd, waarschijnlijk ook tot eenen, toen het land hooger lag. Het laatste levert het minste bezwaar op; wij weten, dat onze bodem sedert eeuwen gedaald is, de vennen kunnen dus niet van gisteren

zijn. Het eerste komt geheel in eene categorie van bekende verschijnselen, het vinden van heuvels stuifzand te midden van hoogvenen, het afwisselen van lagen veenmos met zulke, waarin boomstronken, enz.

Ten tweede, als de vennen niet van gisteren zijn en eene onbetwistbare neiging hebben om toe te groeien, te vervenen, hoe komt het dan, dat men vennen en geene venen aantreft? Ik antwoord hierop „zij zijn geheel met veen gevuld geweest en later weder uitgegraven". Een bewijs voor deze stelling levert het „Wolfsput-ven", waar men zeer goed zulk eenen veenlandtong, die niet is vergraven, kan zien, hij deelt het ven in twee helften, N.O. en Z.W.

Zeker zullen de vennen geheel toegroeien, zooals met sommigen reeds nagenoeg het geval is, o. a. het Allemans-ven, Rietven, enz. Zij moeten opzettelijk worden schoon gehouden en ik schrijf alleen daaraan hun zoo verschillend uiterlijk toe. Een weinig toegroeien met riet en waterlelies verhoogt zeer zeker de schilderachtigheid, maar het mag natuurlijk niet te ver gaan.

Eene derde moeielijkheid is daarin gelegen, dat de meeste vennen zijn uitgehold in het Zanddiluvium, andere daarentegen in het laagterras der beken (o. a. Rietven bij den Achtersten Stroom, Posthoorn-ven bij de Rosep). De meerderheid zoude dus geologisch ouder *kunnen* zijn, dan het laagterras, waarin de minderheid is gelegen. Doch ik zie geene de minste reden zulk een ouderdomsverschil aan te nemen en beschouw ze allen als even oud.

Een vierde moeielijkheid is te verklaren hoe het komt, dat er juist bij Oisterwijk zoo vele vennen zijn. Er zijn er echter nog veel meer, al zijn zij minder bekend, ik noemde reeds het zeer chaotische „Zandbergsven" en de kleine vennen der Kempsche Heide. Verder heeft de zeer gelukkige vereeniging van bosschen en vennen bij Oisterwijk veel tot hunne grootere bekendheid bijgedragen, terwijl slechts weinigen ze in de kale heide zullen gaan bezoeken Zoo ontstaat eene schijnbare opeenhooping.

Toch schijnt het inderdaad of zij in het klassieke gebied, dat ons bezig houdt, betrekkelijk dichter opeen liggen dan elders en ik kan daarvan nog geene bevredigende verklaring geven. Eene verwijzing naar den dooddoener „toeval" toch voldoet aan dien eisch niet.

V.

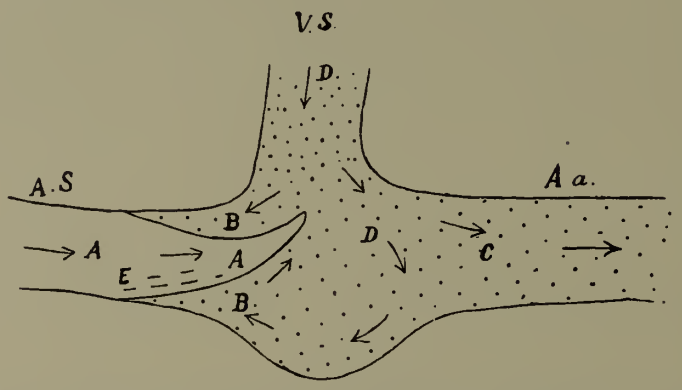
Reeds op bladz. 2 wees ik op de groote tegenstelling tusschen den ergerlijk vervuilden Voorsten en den ongerepten Achtersten Stroom, geen wonder, dat ik nieuwsgierig was hunne vereeniging te aanschouwen.

Volgens de kaart bestaat er eene dwarsverbinding niet ver van de Oirschotsche Baan, ter hoogte van Schoonoord. Zij is van weinig betee-

kenis, sterk aan het toegroeien en geheel met vuil water gevuld, dat zich dus naar den A.S. toe beweegt.

De eigenlijke vereeniging heeft plaats in de nabijheid van het kasteel Nemerlaar, de V.S. staat ongeveer loodrecht op den A.S. in wiens verlengde de Aa ligt, welke zich trouwens spoedig ombuigt.

Het vuile water zwaait ten deele den hoek om in de Aa, doch loopt ten deele recht door in eenen draaikolk en buigt zich dan om naar den A. S. Het vloeit, reeds half vermengd, langs beide oevers van dezen, welks schoone water omgekeerd, in eene punt, die steeds van gedaante verandert, wigvormig in het vuile water dringt.



Vereeniging van Voorsten en Achtersten Stroom bij het kasteel Nemerlaar. V.S. Voorste Stroom. A.S. Achterste Stroom. A. Schoon water. Zonder puntjes. B en C vermengd water met weinig puntjes. D. Vuil water met veel puntjes. E. Vischjes.

De wijze van vermenging is recht eigenaardig, duidelijk kon ik zien, hoe wolken half vuil water langs den bodem voorwaarts rolden en dan weder door het schoone water van den A. S. teruggeduwd werden. In het geheel vermengde water rolden ook zulke, doch grootere wolken of bollen over elkander. Langs de grens van beide watersoorten en in het half vuile zag ik tal van kleine vischjes tegen den stroom opzwemmen, zonder veel van plaats te veranderen. Af en toe zag ik ze ook in het geheel schoone water van den A.S., boven het punt van vermenging, zoodat het scheen of zij zich afwisselend voedden in het vuile en opfrischten in het schoone water.

OVER IJZERCONCRETIES EN LATERIET IN NEDERLANDSCH-INDIË.

DOOR

E. C. JUL. MOHR.

Verre van volledig het gestelde onderwerp te behandelen, wil dit opstel slechts een bescheiden beschrijving zijn van eenige voorkomens van ijzerafzettingen hier te lande; en daarom moge reeds in den aanhef worden gezegd, dat men bijv. een literatuuroverzicht hierbij vergeefs zal zoeken; schrijver dezes hoopt nog steeds op tijden, dat zijne ambtsbezigheden niet meer zoo overstelpend zijnen tijd in beslag zullen nemen, dat er voldoende gelegenheid overblijft voor de behoorlijke afwerking van wetenschappelijke verhandelingen.

* * *

IJzersamentrekkingen verschillen in Nederlandsch-Indië zeer naar den *vorm*, de *vormingswijze* en de *samenstelling*. Van deze drie punten van onderscheid is het belangrijkste: de vormingswijze; in verband n.l. met den ter plaatse heerschenden *aard der verweering* van de gesteenten, welke aard der verweering op zijn beurt weer ten nauwste verband houdt met het *klimaat*.

Zoo zullen dan eerst eenige voorbeelden besproken worden uit streken met een klimaat, gekenmerkt door een jaarlijkschen drogen tijd, afwisselende met een regentijd en daarna komen dan vormingen aan de beurt uit klimaten, die men moeilijk anders dan voortdurend vochtig kan noemen.

* * *

In die streken van dezen Archipel, waar gedurende enkele maanden van het jaar een overvloedige regenval overheerscht, terwijl gedurende de overige maanden slechts weinig of bijna geen regen valt, zal in de eerstgenoemde natte periode van het jaar een waterbeweging van boven naar beneden door den grond heen plaats hebben. Of nu echter in de andere, de droge periode, een waterbeweging in omgekeerden zin tot stand zal kunnen komen, hangt af van twee factoren:

1°. van de capillaire eigenschappen van den grond. Is deze n.l. zandig, dan kan water maar tot een geringe hoogte boven den grondwaterspiegel

opstijgen; is hij van een hoog kleigehalte, dan komt er van een opstijging ook maar weinig terecht; maar is hij rijk aan fijn zand, stofzand en meelzand, dan kan een aanzienlijke stijghoogte worden bereikt.

2°. van den afstand van den grondwaterspiegel tot aan de oppervlakte. Is deze gering, dan kan zelfs in vrij grofkorrelige gronden een opstijging van water naar de oppervlakte van den grond van beteekenis worden; is hij wat grooter, dan kan alleen in stoffige en uiterst fijnzandige gronden het grondwater de oppervlakte bereiken en ligt de grondwaterspiegel zeer diep, dan wordt de opwaartsche waterbeweging al zeer onbeduidend.

* * *

Er is een tijd geweest, dat men algemeen aannam, dat ijzeroxyde niet anders in oplossing kon worden gebracht dan door reductie tot ijzeroxydule, hetwelk dan oplosbare zouten leverde, voornamelijk ferrocarbonaat en -bicarbonaat. Die tijd is voorbij; men weet nu, dat ijzerhydroxyde in colloïdalen vorm wel degelijk in oplossing, d. i. t. z. in den sol-toestand is te brengen en te transporteeren, zonder dat voorafgaande reductie daarvoor noodig is. En ook weet men, dat in de natuur organische stoffen van allerlei aard de hoofdagentia zijn, die het ijzeroxyde (alsmede ook aluminiumoxyde) in colloïdalen gehydrateerden toestand in oplossing brengen en houden kunnen. Daarbij is de werking van z.g. „Schutzkolloïden" zeker de voornaamste.

Hiermede is de reductie tot ferro-verbindingen niet van de baan! Alleen is haar de algemeene geldigheid als oorzaak van alle ijzerafzettingen ontnomen. Waar echter — afgezien van enkele bijzondere reductievormen, zooals solfatare-werking — bijna alle reductie van ferri tot ferro onder invloed van organische stoffen of zelfs organismen plaats heeft, daar mag men wel vrij algemeen zeggen: de *ijzerverplaatsingen*, *-uitwasschingen*, *-concentraties* zijn in den regel *gebonden aan het voorhanden zijn van organische stof*. Want ook het koolzuur, dat voor de vorming en de oplossing van ijzercarbonaat noodig is, is in den regel van zulke stof afkomstig.

Na deze inleiding van meer algemeenen aard volge nu een kleine reeks van beschrijvingen van bepaalde voorkomens van ijzerconcreties.

1. HAGELERTS-BOONERTS.

Deze vorm van ijzerconcreties komt in de eerste plaats voor onder een klimaat met een duidelijken drogen Oostmoesson en wel voornamelijk in alluviale gronden. Deze laatste zijn dan altijd rijk aan stofzand en stof.

In de *vlakte van Krawang* vindt men afzettingen van de Tjitaroem, alsmede van een aantal kleinere rivieren, oostelijk van deze groote rivier van het grensgebergte met de Preanger komende. Noordelijk, vóór het vulkanische hoogland, liggen miocene heuvels, in wier gesteenten een groote hoeveelheid fijne kwarts voorkomt, in korrelgrootten van ± 1—100 μ; dit kwartsstof en stofzand werd en wordt in de vlakte afgezet, gemengd met klei uit de mergelgesteenten, klei uit de vulkanische gesteenten en zand van andesietischen oorsprong, het laatste in ondergeschikte hoeveelheid.

Waar de klei de overhand heeft, sluit de grond zich na de eerste regenbuien van den Westmoesson en de beweging van het grondwater van boven naar beneden is verder zeer onbelangrijk. Maar waar meer stofzand voorkomt, daar is ook meer waterbeweging, doch deze is langzaam. Van de vegetatie, al is dit er maar eene van grassen, o.a. sawahrijst, blijft voldoende organische stof over, om ijzer op te lossen, zelfs te reduceeren tot ferroverbindingen. In de lichtere, d w.z. stofzandrijke gronden zakt dit water naar beneden; in de kleirijkere daarentegen blijft het dichter onder het oppervlak. — Nu komt de droge tijd. De vegetatie sterft af. Langs de kanalen, overgelaten door de wortels, die nu verrotten en vergaan, en langs de kronkelwegen der regenwormen dringt de lucht in den grond en langs die luchtwegen oxydeert de organische stof, die hielp het ijzerhydroxyde in oplossing te houden, oxydeert ook al het ijzer, dat in ferro-vorm voorkwam; men krijgt dus afzetting van geelbruin ijzerhydroxyde, scherp afstekende tegen het blauwgrauw of groengrijs van de klei, die nog niet met lucht in aanraking kwam. Breekt men in dit stadium *kleikluiten* uit, dan zijn deze *groengrauw, maar bruingeel geaderd.* — Later drogen de kleikluiten verder uit, maar blijkbaar zóó, dat het water eruit naar buiten treedt, en de klei krimpt; geen lucht komt dus binnenin en als de kluiten van den sterk gescheurden en gekrompen kleigrond, volkomen luchtdroog zijnde, worden stukgeslagen, blijkt de hoofdmassa grauw te zijn gebleven.

Bezien wij nu de gronden, die *veel stofzand* bevatten. Hier droogt de grond meer gelijkmatig van boven naar beneden af; er komen niet zulke scheuren in; de afzettingen langs de oude wortelkanalen zijn geringer, want het ijzerhoudende water is meer naar beneden gezakt. Maar op een diepte, die tusschen $^1/_3$ en 2 M. varieert (met de korrelgrootte van het fijne zand èn met den stand van den grondwaterspiegel) dringt nu ook de lucht binnen; ferro- wordt ferri-hydroxyde, de organische stof in oplossing oxydeert en verdwijnt uit het water en het ijzer moet neerslaan. Maar hier is meer vrijheid van beweging: er zijn grootere, wijdere waterwegen. Het indringen der lucht geschiedt daarentegen geleidelijker dan in de kanalen, die de kleikluiten doordringen. Gevolg is, dat het ijzer als bruinijzererts neerslaat op punten, die als centrum van kristallisatie dienen

en men krijgt min of meer bolvormige ijzerconcreties, mikroskopisch reeds waar te nemen en als zoodanig te determineeren bij een diameter van $\backsim$ $^1/_{20}$ m.m., maar makroskopisch aangroeiende tot korrels van 1—2 c.m. doorsnede; vandaar de naam *hagelerts* tot *boonerts*.

Bij *Pangkadjene op Celebes*, in de alluviale vlakte ten N. van Makassar, schijnt nu zulk een fijnzandbank met groote bruinijzererts-boonen naderhand nogmaals door een rivier te zijn omgewerkt. Het resultaat is ten minste een uitgestrekte bank van losse korrels boonerts, meer dan $^1/_2$ M. dik, en zich over grooten afstand in horizontale richting uitstrekkende. Het lijkt niet onmogelijk, dat men hier met een winbare ijzerertsafzetting te doen heeft.

Kwamen in de Krawangsche vlakte de beschreven ijzerertskorrels voor in een grondtype, dat men leem van gemengden oorsprong zou kunnen noemen, bij Pangkadjene liggen zij in een gemengd alluvium, afkomstig van eocene en jongere kalk, plus jongere vulkanische produkten. Hieraan sluit zich nu aan een voorkomen *in lagen fijne andesitische asch*, afkomstig van den Tangkoeban Prahoe, liggende in de *vlakte van Bandoeng*, n.l. in het NW. deel daarvan.

Ook in den Oosthoek treft men deze ijzerconcreties aan, en dan soms *in* en *onder zwarten grond*. Twee typen van zwarten grond moet men dan onderscheiden; het eene is afkomstig van jongvulkanisch materiaal: fijne asch; het andere ontstaat op mergels.

Zoolang in het klimaat met matigen regenval in den Westmoesson en een strengen Oostmoesson de verweering van de *asch* nog niet zóóver is voortgeschreden, dat de alkalische reactie — toe te schrijven aan natron en kalk, afkomstig van de kalkrijke, snelverweerende plagioklasen — uit den grond is verdwenen, zoolang komt het ijzer nog niet in beweging; maar zijn de veldspaat en het evenzoo zich gedragende vulkanische glas — in den bovengrond 't eerst — eenmaal uitverweerd, dan kan er ijzer worden opgelost en naar beneden gevoerd in den natten tijd; wordt het daar dan nog niet neergeslagen door de aanwezigheid van nog onverweerde asch of tuf (waarover verderop meer!) dan volgt de droge tijd, met diepe scheuren in den bovengrond en aan het niveau, tot waar langs die scheuren de lucht indringt, komt het ijzer als hagelerts tot afzetting.

Op de *mergelkalk* gebeurt precies hetzelfde; zoolang de grond nog voldoende kalk bevat om het grondwater alkalisch te houden, gebeurt er met het ijzer niets, maar is de bovengrond eenmaal kalkvrij, dan begint de vorming van hagelerts. Dikwijls zijn de laatste resten van de kalk in den grond eenige hier en daar verspreide Foraminiferen, voornamelijk Globigerinen; zij zijn te weinig in aantal om een voldoende alkalische reactie aan het grondwater te geven, maar komt dit laatste in hun buurt, dan heeft een

uitwisseling plaats: kalk lost op, ijzeroxyd slaat neer en men krijgt *pseudomofosen van bruinijzererts naar Globigerinen*, welke soms duidelijk het pokdalige-oppervlak van deze Foraminiferen vertoonen.

* * *

Meer op een ondergrond van zandige asch dan van mergelkalk doet zich het verschijnsel voor dat het *hagelerts begeleid* wordt *door kalkconcreties*. Dit laat zich zóó verklaren dat in den regen- en vegetatietijd van boven af water indringt, dat koolzuur en organische stof meeneemt en daardoor overal op zijn weg kalk en ijzer in den ferrovorm opneemt, beide dus als bicarbonaat. Komt nu de droge tijd met opstijging, hoogstens stilstand van het water en uitdroging van boven af, dan moet, met het ijzer, aan den voet der scheuren (aan de grens dus waartoe de lucht indringt en van waaraf het koolzuur kan ontwijken) ook de koolzure kalk neerslaan. Dit doet zij bij voorkeur op reeds bestaande korrels van dezelfde stof, zoodat deze aangroeien. Men krijgt aldus kalkconcreties in een horizon van 50—150 c.M. onder het oppervlak, welke zeer goed door hun vorm, structuur en oppervlak te onderscheiden zijn van evengroote laatste resten van kalksteen, die geleidelijk door uitwassching aan het verdwijnen is.

Men vindt deze tweeërlei concreties zeer verbreid in een grondtype, hetwelk in *Cheribon* den lokalen naam van „rantja minjak" draagt, een naam die zich naar den zin wel het best laat vertalen door geöliede moerasgrond; de grond is n.l. zeer „vette klei". Het klimaat is er gekenmerkt door een zeer duidelijken Oostmoesson, die den grond — welke een gemengd alluvium is, ten deele afkomstig van de jongvulkanische bergstreken, ten deele echter ook van miocene-, soms zeer kalkarme, maar soms ook zeer kalkrijke mergelgesteenten — in hooge mate onhandelbaar maakt. De buitengewone phosphorzuur-armoede dezer gronden komt elders ter sprake; het is een eigenaardigheid, gemeen aan alle gronden met hagelerts of boonertsvorming, omdat het phosphorzuur in dit erts mede geconcentreerd wordt.

* * *

Werden sub. 1 de geïsoleerd liggende ijzerconcreties besproken, die zich vormen in een grond, welke telken jare uitdroogt en weer opnieuw doorweekt wordt, dank zij de geprononceerde moessons, — ook in streken waar vrij wel het gansche jaar door regen valt trekt zich het ijzer samen. Maar altijd vindt men ook daar verplaatsing van het ijzer onder invloed van organische stof en neerslaan ervan bij het verdwijnen dezer laatste.

2. OERBANKEN IN TANGERANG EN BANTAM.

Het lage land van Tangerang werd hoofdzakelijk gevormd uit wat de Tjisadani, Tjimentjeuri, Tjidoerian, uit het achterland van vulkanische tuffen

en asschen en lateritisch verweerde gronden aanvoerden en nog aanvoeren. Het is over het algemeen zandarm, kleirijk alluvium, maar de klei is nogal ijzerrijk en daardoor noch overvet noch ondoorlaatbaar.

Men vindt, zooals begrijpelijk is, op vele plaatsen de sub. 1 beschreven losse ijzerconcreties, maar op tal van andere punten ligt op een diepte van ± $^3/_4$ M. een *bank van ijzeroer* van soms $^1/_3$ tot $^1/_2$ M. dikte en van een samenstelling en consistentie, die het midden houden tusschen de harde, waterarme bruinijzerertskorrels en de zachte waterrijkere, ook meer verontreinigde afzettingen van ijzerhydroxyde langs spleten en wortelkanalen.

De bank is niet dadelijk gesloten; zij maakt wel degelijk den indruk van aanvankelijk uit losse ijzerconcreties te zijn gevormd, die echter sneller groeien dan die, welke sub. 1 beschreven werden; eenmaal met elkaar in contact groeien zij dan gezamenlijk door. De bank heeft een „cellige structuur", zou menigeen wellicht zeggen. Ik voel meer voor de volgende omschrijving: denk U een laag van kleiknikkertjes, nog even plastisch; druk ze zacht aan, en bak het geheel zachtjens, dan krijgt ge de structuur en tevens ongeveer de consistentie dezer ijzerertsafzettingen.

Hoe zijn ze nu gevormd? — Waar komt het ijzer vandaan? — Ik geloof dat wij in *deze oerbanken een analogon* moeten zien *van de in koelere klimaten zich afzettende, humushoudende oerbanken.* Maar hier komt de *humus niet mede tot afzetting*, omdat in de lichtere meer doorlaatbare klei, telkens als het water afloopt of in een aantal droge dagen afdroogt, de humus bij de heerschende hooge temperatuur tot vrijwel volkomen vernietiging (Verwesung) komt. Een aantal regenrijke dagen is echter voldoende om den grond te drenken met moerassig water met voldoende organische colloïden om ook ijzerhydroxyde in oplossing te brengen, dat in uiterst fijne verdeeling in den bovengrond zat; dit water zakt wat, en bij de eerstvolgende droging en doorluchting van den grond slaat het ijzerhydroxyde ten gevolge van de verdwijning der organische stof op de oerbank neer.

Geheel zeker van deze verklaring ben ik echter nog niet. Weliswaar is de bovengrond *boven* de oerbank in deze streken veelal geelvlekkerig-grijs, maar dat aan de vorming der bank niet ook ijzer uit den grond *onder* de bank deelneemt is nog niet uitgemaakt.

Nu, daarmede zou de eerste verklaring niet behoeven te vervallen; alleen zou zij er door aangevuld en dus verbeterd worden. Doch het verschil met de vormingswijze van hagel- en boonerts zou er geringer door worden en zich bepalen tot het volgende:

Hagel- en boonerts vormt zich voornamelijk in zeer zware leemen, met hooge 6e tot 9e fractie in de granulair-analyse, gelijk die thans vrij algemeen voor de Indische grondsoorten wordt uitgevoerd; leemen dus, rijk aan deeltjes tusschen 50 en $^1/_2$ μ.

Oerbanken, als in Tangerang enz. vindt men meer in ijzerrijken en daardoor lichtere kleigronden met een hooge 10e (colloïdale) fractie van genoemde granulair-analyse (deeltjes $< {}^1/_2\ \mu$.), welke fractie door haar hoog gehalte aan colloïdaal ijzerhydroxyde den kleigrond betrekkelijk lichter en doorlaatbaarder maakt.

* * *

Van KAU op *Halmaheira* werden indertijd brokken van oerbanken ontvangen, welke in hunnen habitus zeer veel op die van Tangerang en Noord-Bantam gelijken; alleen is de kleur veel zwarter en doffer en de hardheid minder groot; de reden daarvan is het *hooge mangaangehalte*, hetwelk in enkele monsters tot 14 en 18% oploopt, naast een gehalte van 40—65% ijzeroxyde. Hier en daar komen er steenen in voor: andesiet met een bruinijzerertskorst; blijkbaar is dus de formatie, waaraan deze oerbanken hun ontstaan danken, jongvulkanisch, evenals elders in onzen Archipel en op de Philippijnen. Verder kan ik er niet meer van zeggen dan dat mij wegens het Mn-gehalte een toekomstige exploitatie ervan niet uitgesloten schijnt.

* * *

Boven werd reeds twijfel uitgesproken omtrent de herkomst van het ijzer der oerbanken van Tangerang en Beneden-Bantam, n.l. of dit van boven, van beneden of van beide kanten kwam. Thans mogen eerst een paar gevallen volgen, waarin het ijzer zeker niet van boven afkomstig is.

3. IJZERCONCRETIES IN HET HEUVELLAND VAN BANTAM.

Waar de witte Bantamtuffen voldoende hoog boven het grondwater liggen om een voortdurenden goeden waterafvoer te garandeeren, zijn zij van boven af verweerd tot rooden laterietgrond. Daar deze *witte tuf* tamelijk zuur is en tevens natronrijk en kalkarm, zoodat de plagioklaas aan den albietkant staat, — de tuf daarenboven betrekkelijk ijzerarm is, hetgeen zich uit in de afwezigheid van pyroxenen, amphibool en glimmer,— kan men een rooden laterietgrond verwachten, die in vergelijking met vele andere op Java de volgende kenmerkende verschillen vertoont:

a. helderroode kleur door weinig ijzeroxyde;

b. grootere plasticiteit, door het hooge kaolingehalte (uit de Na-veldspaat) naast weinig ijzeroxyde;

c. een surplus aan kiezelzuur; eenerzijds als kwarts, die waarschijnlijk gedurende de verweering nog dóórgroeit, anderzijds als verkiezelingstof optredende, in het bijzonder van sempoerhout.

In het verband van dit opstel is het sub *b* genoemde van de grootste beteekenis. Immers op zekere diepte komt men op het grondwater; bestond

er niet dadelijk een grondwaterspiegel in de verweerende tuf, dan moest deze zich vormen om de volgende reden: boven is de tuf meer verweerd dan beneden; boven lost dus meer kiezelzuur op dan beneden; komt de kiezelzuurhoudende grondvloeistof in tuflagen die allerlei oplosbare bestanddeelen aan het water afstaan, dan wordt het kiezelzuur gedwongen neer te slaan, zelfs door oplossende alkalien. Het resultaat is een verkiezeling van de diepere tuflagen en de vorming van een ondoorlatende laag, bijgevolg van een grondwaterniveau erboven. Laat ons aannemen dat alle tuf boven dit niveau roode laterietgrond is geworden, alle tuf daaronder, omdat hij onder water staat, nog maar zeer weinig verweerd is. Dan zal al het water, van boven komende en nog eenige organische stof opgelost bevattende, bij het inzakken tot op het grondwater pas in de alleronderste lagen van den rooden laterietgrond oplossend en verplaatsend op het ijzer kunnen werken, want in alle hoogere lagen heeft nog te veel lucht toegang. Maar — àls het eenmaal gebeurt dat een weinig ijzeroxyd daar oplost, dan zal het al spoedig bij eenige luchttoetreding weer neerslaan, bij voorkeur op reeds bestaande kristallisatiekernen. Op den langen duur wordt dus in de onderste laag van den rooden laterietgrond het in de klei verspreide ijzer geconcentreerd op enkele punten; er vormen zich aanvankelijk gebleekte partijen, waarin een ijzerconcretie te midden van den rooden grond en men krijgt, wat de Engelschen noemen *„mottled clay"*. Daarmede veranderen echter de physische eigenschappen der vlekkig geworden laag en dat is hier een cardinaal punt: de *taaiheid en plasticiteit der klei nemen sterk toe en de doorlaatbaarheid neemt sterk af*. Onvermijdelijk gevolg daarvan in een regenrijk klimaat is *verhooging van den grondwaterspiegel* en daarmede een verplaatsing van het verschijnsel naar boven toe. Zoodoende wordt de laag mottled clay voortdurend dikker, of beter gezegd: zij verschuift als het ware naar boven, terwijl eronder een laag witte klei met geisoleerde ijzerconcreties voortdurend in dikte toeneemt.

Doch ook aan dezen groei naar boven worden grenzen gesteld. Wanneer n.l. het terrein doorsneden is door riviertjes, die zich steeds dieper insnijden in hunne ravijnen, dan zal daardoor de algemeene grondwaterspiegel verlaagd worden. Het kan dan voorkomen, dat de in zekeren zin normale volgorde:

a) humeuze bovengrond
b) roode laterietgrond zonder concreties
c) wit gevlekte, roode grond met begin van concreties
d) rood gevlekte, witte grond met meer concreties
e) witte, weinig vlekkige grond met weinige doch groote concreties
f) verweerde tuf
g) onverweerde tuf

gestoord wordt en langs scheuren in *d* en *e* weer rood van *b* en *c* binnen dringt.

Soms ligt de vlekkige laag *d* aan de oppervlakte. Daarvan kan de reden zijn dat de grondwaterspiegel zóóver naar boven is gekomen, dat de roode lagen *b* en *c* en zelfs *a*, in *d* zijn veranderd. Maar ook kan het voorkomen dat zware regens *a*, *b* en *c* hebben weggespoeld, doch op *d* minder vat hebben, omdat deze laag veel taaier is en vaster ligt.

Spoelen de ravijnen echter uit en wordt een aan de oppervlakte liggende laag *d* of *e* daardoor betrekkelijk snel mede afgespoeld, dan ziet men de ijzerconcreties, die er in voorkwamen, overblijven op den top en de hellingen van den afgespoelden heuvel, meestal het dichtst om en bij den top, omdat hier de tusschenliggende gevlekte of gemarmerde klei het meest is verdwenen. Immers door de verlaging van den grondwaterspiegel zijn de toppen het eerst blootgesteld aan uitdrogen, verbrokkelen, wegspoelen met de eerstvolgende zware regens, enz. Zulke heuvels met blootgelegde ijzerconcreties vond ik niet enkel hier op Java en Sumatra, doch ook in 1905 in het Z. W. van *Florida*, waar ook de mottled clay onder den rooden bovengrond zeer duidelijk waar te nemen was.

Wanneer de samentrekking van het ijzer in de concreties nog niet volledig was op het tijdstip dat de stijging van den grondwaterspiegel weer overging in een daling, dan kan de hoofdmassa van den grond in plaats van wit, nog weer roodvlekkig of zelfs rood worden. Men heeft dan rooden laterietgrond met ijzerconcreties, die men „lateriet in engeren zin" noemt.

4. IJZERCONCRETIES IN TERTIAIRE TERREINEN VAN DE PREANGER EN ELDERS OP JAVA EN MADOERA.

Aangezien een hoog ijzergehalte over het algemeen de doorlaatbaarheid van klei verhoogt, n. l. wanneer het ijzer in den vorm van ijzerhydroxyd fijn verdeeld er in voorkomt, is het duidelijk dat, terwijl ijzerconcreties op de ijzerarme Bantamtuf veelvuldig voorkomen, deze veel zeldzamer zijn in terreinen, van meer basisch-, ijzerrijk gesteente afkomstig; is dus het moedergesteente augietandesiet of basalt, dan zal men tot de zeer seniele en doode tufgebieden van het oud-mioceen m_1 en tot nog oudere terug moeten gaan om de meeste kans te hebben ze aan te treffen.

Zoo vond ik zeer mooie ijzerconcreties nabij het *Sanggaboeana-gebergte* in typische roodvlekkige klei onder rooden laterietgrond uit m_1-augietandesiet. De ondergrond was een zeer ondoorlatende grauwe schilferklei, schilferende pas na uitdroging. De vorming der ijzerconcreties moet echter eenigszins anders, wellicht wat sneller, hebben plaats gehad dan in de Bantamheuvels want, waar de Bantam-concreties uit hard bruinijzererts bestaan,

vindt men hier meer noten uit concentrische schalen opgebouwd, die nu eens uit hard, bruinzwart bruinijzererts bestaan, dan weer uit gele aardachtige oker, soms echter ook uit roode oker of schijnbaar zelfs uit ijzeroxyd als z. g. bloedsteen. De analyse beantwoordde grootendeels aan de samenstelling van bruinijzererts; opvallend was het groote phosphorzuurgehalte van meer dan 1 %. Deze „ijzernoten", zooals men ze zou kunnen noemen, bereiken soms een aanzienlijke grootte; een doorsnede van meer dan 1 d.M. is geen zeldzaamheid. De naam ijzernoten is daarom te meer verdiend, omdat in vele de schalen los liggen ten opzichte van elkaar, zoodat men bij schudden de pit hoort rammelen.

Naar vorm, kleur en habitus sluiten zich aan deze ijzernoten aan:

1°. de concreties, die ik vond in vette, bleekgele klei op *kalksteen*, waaruit zij door de verweering was ontstaan. Het was een kalksteen, liggende op een kwartszandsteen of liever een kwartsgrindconglomeraat, beide van eocenen ouderdom, liggende iets ten Z. van *Radjamandala*. Daar boven de klei jongvulkanische tuffen liggen, is de gelegenheid voor het indringen van het regenwater gunstig geweest en dit water bleef dan in de vette klei steken, aldaar een wisselenden grondwaterspiegel vormende.

2°. de ijzerconcreties, aangetroffen met typische mottled clay, al was deze ook sterk vermengd met fijn kwartszand, op *Madoera*, vrijwel in het midden van het eiland; de ondergrond bestond uit een schilferklei, volkomen gelijksoortig met dien, hierboven uit de Preanger beschreven, maar dáár was de gevlekte klei niet kwartshoudend doordat zij uit andesitisch materiaal ontstaan was. De gevlekte klei van Madoera daarentegen is ongetwijfeld overgebleven uit kalksteen, die volgens VERBEEK en FENNEMA tot de m_2 of m_3-étage behoort en nogal wat kwartszand, maar ook veldspaath en tevens mineralen en verweeringsmineralen van jongvulkanischen oorsprong bevat. Allerwege op Madoera, waar deze kalksteen het moedergesteente is, is de residuaire grond, indien deze voldoende hoog boven het grondwater ligt, roode laterietgrond met veel kwartszand; op enkele plaatsen echter neemt het gehalte aan kwartszand tot verdwijnens toe af en in dezen rooden grond komen nergens ijzerconcreties voor.

5. IJZERCONCRETIES IN ZANDGRONDEN UIT OUDE GESTEENTEN.

Van Java overgaande naar de Buitenbezittingen komt men in zandgronden, zooals Java ze bijna niet kent. *Banka* en *Billiton* zijn daar rijk aan en bijna altijd vindt men wel ergens ijzerconcreties.

Het zijn beide regenrijke eilanden, oorspronkelijk geheel, en nu nog voor een groot deel, bedekt door bosch met altijdgroen loof, dat het gansche

jaar door bladafval op den grond levert. Het regenwater dringt nu den grond in, máár — eenerzijds *niet zóó snel*, of van de rotte bladeren wordt terloops wat organische stof opgelost, anderzijds echter *wel zóó snel*, dat er van uitloogen van het ijzer van den bovengrond geen sprake kan zijn; daarvoor is het water bovendien nog te zuurstofhoudend. Maar dan komt er op een lager niveau de grondwaterspiegel en hier heeft de organische stof den tijd de meegenomen zuurstof op te gebruiken, daarbij zelf te oxydeeren tot zure humusstoffen, waarna de gelegenheid tot ijzeroplossen gegeven is. Volgt daarop een regenlooze tijd die, omdat we zandgrond voor ons hebben, maar kort behoeft te duren, dan dringt er wel weer zooveel lucht in, dat de organische stof wordt opgeteerd en het ijzer in en op concreties neerslaat.

Zoo moet men dus onder gele zandgronden altijd aan de grens met het grondwater concretievorming vinden en zoo vindt men ze ook, niet alleen op *Banka* en *Billiton*, maar ook op *Borneo* (volgens ontvangen monsters van *Balikpapan*, alsook van *Pontianak)* en evenzoo op *Sumatra (Palembang, Lampongs)*.

* * *

Behalve in residuaire en sedimentaire zandgronden, afkomstig van zandsteenen, heeft men op Banka en Billiton ook gronden, afgeleid van den daar voorkomenden hoornblendegranitiet, hetzelfde gesteente dat ook in den Lingga- en Riouw-Archipel en op Malakka voorkomt. De residuaire grond is meestal roode laterietgrond, waarin de onregelmatig gevormde kwarts nog juist zoo ligt, als hij in 't gesteente lag; de orthoklaas is meestal verdwenen, de plagioklaas soms nog ten deele over (de laatste verweert hier dus merkbaar langzamer!) Onder den rooden grond vindt men den gevlekten, als vleesch met peezen uitzienden, grond waarin de ijzerconcreties thuisbehooren.

Dat ook hier mottled clay moet volgen is noodzakelijk, omdat de diepere ondergrond altijd onverweerde en ondoorlatende granitiet is. Daarboven moet dus een grondwaterniveau voorkomen. Maar de doorlaatbaarheid van den bovengrond is lang niet zoo groot als bij de zandgronden, ook bij die welke uit het residuaire zand van den granitiet zijn opgebouwd; met de mindere doorlaatbaarheid correspondeert dan een mindere hoeveelheid organische stof die den grond indringt, en minder ijzerconcreties. Deze zijn dan echter weer vaster, harder, dan de soms zeer cellige, poreuze brokken in de zandgronden.

Aan deze laatste vormen uit Bankagranitiet sluiten zich in habitus geheel aan: 1°. „Lateriet", van den *Congo,* ontvangen van prof. d'Andrimont te Luik; en 2°. de z.g. *„cabook"* van *Ceylon,* waarvan ik op mijn laatste reis herwaarts toevallig gelegenheid had een paar monsters te verzamelen.

Deze „cabook", op soortgelijke wijze uit gneiss ontstaan, wordt beschouwd te zijn een typisch voorbeeld van „lateriet in engeren zin", van het mineraal (?) lateriet.

En hiermede kom ik in mijn beschouwingen en vergelijkingen tot

6. LATERIET, IN ENGEREN ZIN.

Men noemt „lateriet in engeren zin": stukken en brokken, die bij chemische analyse voor een groot gedeelte blijken te bestaan uit ijzeroxyde plus aluminiumoxyde, waarnaast kiezelzuur en water in zoodanige verhouding voorkomen, dat er een duidelijk surplus is aan Al_2O_3, wanneer men al het (oplosbare) SiO_2 berekent als kaolin, en waarbij dan genoeg water voorkomt om dat surplus aan Al_2O_3 grootendeels aanwezig te mogen achten als hydrargilliet, dus als aluminiumhydroxyde met (tegen de) 3 moleculen water op 1 Al_2O_3

Toen ik de laterietvraagstukken in 1913 besprak met prof BAUER te Marburg en prof. KAISER te Giessen, noemden zij de kennis van den lateriet op dat tijdstip: „reine Handstück-Geologie". Ik heb dat volkomen beaamd en doe het nog. Wat het voorkomen van lateriet in de natuur betreft, wist men weinig meer dan dat lateriet zich vormt in landen met veel regen, in de tropen, waar de uitwassching de overhand heeft, en dat het moedergesteente zoowel graniet of gneiss kan zijn, als basische gesteenten zooals diabaas of bazalt, enz. De conclusie, dat uit de samenstelling afdoende zou blijken, dat bij de lateritische verweering geen kaolin gevormd zou worden, doch *al* het kiezelzuur zou worden uitgewasschen, terwijl *al* het aluminium achter zou blijven als hydrargilliet, moet ik echter als minstens voorbarig beschouwen.

Nog nimmer namelijk vond ik een totaal verweeringsresidu, een rooden laterietgrond of een bruingelen laterietgrond, waaruit al het kiezelzuur verdwenen was, waarin m. a. w. geen kaolin meer voorkwam.

Nog nimmer vond ik — in de vele jaren, die ik reeds in de tropen reisde terwijl mijn aandacht in het bijzonder op dit punt gevestigd was, — typischen rooden laterietgrond, in toto bestaande uit „lateriet in engeren zin", of een roodaarde, waarin zulke concreties voorkwamen, en die zelf in samenstelling ermede overeen kwam.

Talrijke analyses werden hier verricht, ten deele door A. C. DE JONG, m. i., doch nimmer vonden wij *in een grond* op 1 mol. Al_2O_3 minder dan 0.43 mol. SiO_2; wèl in concreties, die ingebed lagen in een grond met een hooger cijfer.

Zoo laat zich dan mijn opvatting van *lateriet* formuleeren in de navolgende punten:

1. Bij de lateritische verweering in een warm, regenrijk klimaat, waarin

men met een permanente of intermitteerende [1]) uitwassching te doen heeft, een uitwassching door water, zéér arm aan- of vrij van organische stof, vormen zich *bruinaarden en roodaarden*, die naast kaolin (uit alkaliveldspaath, glimmers en andere mineralen, die den kaolinkern in zich hebben) vrij ijzerhydroxyd en vrij aluminiumhydroxyd bevatten, wanneer mineralen in het gesteente voorhanden waren, die bij deze verweering bedoelde hydroxyden achterlaten (pyroxenen, amphibolen, kalkveldspaath, maar niet magneetijzer en titaanijzer.)

2. Wanneer het grondwater wegzakt tot een niveau, zóó diep gelegen dat de zich vormende roodaarde *nooit onder water* komt te staan, zoodat dus altijd genoeg lucht voorhanden blijft, is er *geen sprake van vorming van concreties* en *blijft de gansche massa aardachtig: roodaarde, bruinaarde* of *geelaarde*. Dat bacteriën in deze aarden concreties te weeg zouden brengen is nog nimmer aangetoond en naar mijn persoonlijke meening zeer onwaarschijnlijk.

3. Wanneer echter de genoemde aarden of hunne equivalenten — d.w.z. de lagen, die onder gelijke omstandigheden als waaronder de rood- en geelaarden werden gevormd, diezelfde produkten zouden zijn geworden — komen te *liggen in de grondwaterzone*, d.i. de zone, waarbinnen de grondwaterspiegel zich beweegt (met de jaargetijden of met grootere periodes of door onperiodieke veranderingen der omstandigheden) dan ontstaat de *gelegenheid voor het in beweging komen van ijzeroxyd en aluinaarde*, wanneer *tevens* organische stoffen mede in die grondwaterzone worden gebracht.

4. Geschiedt dat indringen van *organische stof periodiek en telkens in kleine hoeveelheden*, dan ontstaat de gelegenheid tot vorming van concreties van ijzerhydroxyd en aluminiumhydroxyd.

5. Waar dus in de voorafgaande bladzijden sprake was van *ijzerconcreties*, mag men er in het algemeen voor lezen *concreties van ijzer- en aluminiumhydroxyde;* alleen is de verhouding van deze beide bestanddeelen ten opzichte van elkaar zeer verschillend. Die verhouding zal wel voor een groot deel afhangen van het moedergesteente en dus van de verhouding waarin het ijzerhydroxyde en het vrije aluminiumhydroxyde in den daaruit resulteerenden laterietgrond voorkomen, maar verder toch ook van hun oplosbaarheid in het er langs vloeiende water, waarin al naar den aard van de bovenop groeiende vegetatie, van de doorstroomingssnelheid, enz. zeker verschillende organische stoffen en in verschillende concentratie voorkomen.

---

[1]) „Intermitteerende" niet te verwarren met „afwisselende" uitwassching; beide hebben plaats in klimaten met een regentijd en een drogen tijd. Bij de eerste stijgt echter in de (zandige) verweerende massa in den drogen tijd het grondwater *niet* weer op, bij de laatste, in de fijnere massa door meerdere capillaire stijgkracht, *wel*, en krijgt men dus concentratie afgewisseld door uitwassching.

6. Wel schijnt het, dat in het algemeen in de concreties het ijzer boven het aluminium overheerscht; mogelijk is dit aan een gemakkelijker oplosbaarheid van het ijzer toe te schrijven, naast een eveneens gemakkelijker neerslaan; voor een deel echter zeker ook aan een in den regel hooger gehalte aan ijzeroxyd dan aan vrij aluminiumoxyd, omdat dit laatste in de gesteenten, vooral de zure — en deze vormen de meerderheid — bijna altijd voornamelijk als alkaliveldspaath of glimmer voorkomt en dus als kaolin in de verweeringsmassa achterblijft. En op kaolin hebben de organische stoffen geen vat, integendeel, ze laten het vaster liggen dan het zonder hen is.

7. Een mogelijkheid van een schijnbare concentratie van ijzer- en aluminiumhydroxyd in de laterietgronden werd indertijd door mij aangenomen door de volgende, hier nog eens herhaalde hypothese: wanneer de uitwassching van alle oplosbare stoffen zóóver is voortgeschreden, dat enkel kaolin is overgebleven naast het gehydrateerde F_2O_3 en Al_2O_3, dan raakt het colloïdale kaolin in de gelegenheid om in den vorm van allerfijnste suspensie met het er langs vloeiende zuivere water, waar nagenoeg niets meer in is opgelost, mee te gaan en elders weer neer te slaan, waar weer zouten of organische stoffen in dat water in oplossing gaan.

Maar deze hypothese heeft twee bezwaren: 1°. moet het circuleerende water zeer zuiver zijn, wil het kaolin in suspensie brengen en houden. Dat zou nog het geval kunnen zijn, maar 2°. is de hoeveelheid zeer gering, b.v. een paar gr. per M^3. Maar als dan een laterietgrond begint met voor de helft uit kaolin te bestaan, dan zal bij een regenval, waarvan 2 M. per jaar den grond indringt, misschien 10 gram per jaar verdwijnen, zoodat voor een uitwassching van 500 K° 50000 jaar noodig zouden zijn! In dien tijd is de heele M^3. laterietgrond, en nog wel meer, volledig weggespoeld zou ik vreezen. Bovendien zou de hypothese nog den steun behoeven van waargenomen feiten van in de diepte uit dit water afgezette of neergeslagen kaolinbanken en zulke feiten staan mij nog niet ter beschikking.

8. Een dergelijke suspensievorming als wel bij kaolin valt waar te nemen, komt, voor zoover mijn ervaring zich uitstrekt, bij ijzerhydroxyd en aluinaarde niet voor. Om de beide laatste in beweging te krijgen moet ik dus wel het oog richten in hoofdzaak op de organische stof. Mogelijk doet koolzuur ook wel iets in die richting, maar dat is toch zeker weinig.

9. Zoo is dus de *„lateriet in engeren zin" niet meer iets op zichzelf staands*, doch *teruggebracht tot de concreties van ijzeroxyd en aluinaarde, eigen aan de grondwaterspiegelzone.* Zulke lateriet als onopgelost totaal eindresidu te beschouwen van de uitwasschende verweering is onaannemelijk, of ten minste zeer onwaarschijnlijk.

10. Toch is het goed den *term „lateriet"* niet los te laten en te blijven spreken van „rooden laterietgrond", omdat bijv. *„roodaarde"* ook kan omvatten: die roode gronden, welke in woestijnachtige streken (Australië, Zuid-Afrika) of poolsfreken voorkomen. Deze roodaarden steunen mij, wanneer ik het zwaartepunt der lateriet-vorming leg in de afwezigheid, of hoogstens minimale aanwezigheid, van organische stoffen in het verweeringswater; dit hebben n.l. alle drie genoemde verweeringsvormen gemeen, al is de oorzaak ook verschillend:

a. in tropische laterietgrond-streken wordt de organische stof van de vegetatie zoo verbazend snel verteerd;

b. in roode woestijngrondstreken ontbreekt de vegetatie, die de organische stof zou kunnen leveren, door het regengebrek.

c. in de roode poolgrondstreken ontbreekt de vegetatie door de koude.

Al zijn dus *a b* en *c* ook *alle drie „roodaarden"* zij zijn toch *verschillend* in zooverre dat

a. ten slotte niets oplosbaars en niets verweerbaars meer bevat;

b. soms stijf vol oplosbare zouten zit; en

c. nog stijf vol verweerbaar stof van veldspaath- en andere verweerbare mineralen zit.

Daarom moet de algemeene term „roodaarde" omvatten:

a. den rooden laterietgrond der tropen;

b. het roode woestijnstof, en

c. de roode poolaarde.

VIER DWARSPROFIELEN DOOR DE TERTIAIRE MERGELZONE TUSSCHEN SOERABAJA EN NAGWI.

DOOR

L. RUTTEN.

(met Plaat IX).

De geologische kaart op de schaal 1/500000 van Java, voor 20 jaren door VERBEEK en FENNEMA uitgegeven, is nog steeds een voortreffelijke vraagbaak voor den geoloog, die voor het eerst op Java komt en zich over de verspreiding der verschillende formaties wenscht te orienteeren. Ook voor den onderzoeker, die een bepaald deel van het eiland meer gedetailleerd wenscht te leeren kennen, komen zoowel in de kaart als in den begeleidenden text, zeer vele waardevolle aanwijzingen voor. In vele gevallen echter zal het detailonderzoek tot andere stratigraphische opvattingen leiden, andere formatiegrenzen opleveren en vooral andere tectonische gezichtspunten openen dan in het werk van VERBEEK en FENNEMA zijn neergelegd. Dit zal echter niemand minder verbazen dan den auteur, die zich van het zeer voorloopige van zijnen arbeid volkomen bewust was [1]) en die begreep, dat zijne kaart en zijne profielen nog belangrijke wijzigingen zouden moeten ondergaan alvorens een juist beeld van de werkelijkheid te geven.

De hierbij gevoegde profielen beoogen, voor een deel van het tertiair van Java een dergelijke aanvulling op de kaart van VERBEEK en FENNEMA te geven.

In de kaart en in de profielen van VERBEEK en FENNEMA wordt de oostelijke helft der miocene mergelzone, welke zich tusschen Semarang en Soerabaja uitstrekt, als een over het algemeen zwak geplooid gebergte geteekend. Reeds het feit, dat in de buurt van den Goenoeng Pandan door eene bijzondere roode lijn „lagen van steilen stand" zijn aangegeven, geeft den indruk, dat dergelijke „steile" lagen elders meestal ontbreken.

Gedurende enkele maanden der jaren 1910 en 1911 werden door mij vele profielen door dit mergelheuvelland opgenomen, terwijl in 1912 — in gezelschap van den mijningenieur OPPENOORTH — als meest westelijke profiel de Solo vallei tusschen Ngawi en Ngloewak afgeloopen werd. Hoewel deze onderzoekingen vrij cursorisch waren en een aantal belang-

[1]) R. VERBEEK et R. FENNEMA, Géologie de Java et Madoura, 1896, p. 27.

wekkende vraagstukken, welke de streek oplevert, niet opgelost konden worden, bleek toch ten duidelijkste, *dat de voorstelling van dit mergelgebergte als een vlakke plooienschaar onjuist is, en dat integendeel zeer intensieve plooiing regel en zwakke plooiing uitzondering is.*

Dit willen in de allereerste plaats de bijgaande profielen, die een keuze uit een geheele serie vormen, uitdrukken. Nadrukkelijk moet betoogd worden, dat er in details zeker nog fouten in mijne doorsneden zullen schuilen, voornamelijk het gevolg van de cursorische opname en van de zeer slechte gelaagdheid der in dit gebied overheerschende Foraminiferenmergels.

Het verdient vermelding, dat de uitspraak, dat de werkelijke tectoniek der mergelzone Soerabaja—Semarang zeer veel gecompliceerder is dan door VERBEEK en FENNEMA werd aangenomen, zeker mag uitgebreid worden tot het tertiair van geheel Java: bijna overal, waar men op dit eiland gedetailleerde geologische onderzoekingen verricht, vindt men, dat de tectonische bouw veel ingewikkelder is dan op de bestaande doorsneden wordt aangegeven.

Java te durven bestempelen als „ein Schollenland", gelijk H VON STAFF met machtiging van W. VOLZ [1]) heeft durven doen, is dan ook meer dan dwaas: het is echter eenmaal het lot van ver verwijderde landen als Nederlandsch-Indië, dat over hen velerlei geologische enormiteiten in de literatuur kunnen voorkomen, zonder tegengesproken te worden.

Gaan we nu tot eene meer gedetailleerde beschouwing der vier doorsneden over.

In het meest oostelijke profiel, dat op ongeveer 60 K.M. westelijk van Soerabaja loopt, vertoont de mergelzone slechts twee zadels, waarvan het zuidelijkste nog een zwakke, tectonische golf genoemd kan worden, terwijl het noordelijkste, waar de tectonische opheffing reeds meer dan 1000 M. bedraagt en in welks as de lagen hellingen van meer dan 60° vertoonen, ons reeds een voorproefje geeft van de sterk in elkaar geschoven plooien, die we verder naar het Westen zullen aantreffen. Hier en in alle volgende profielen kunnen we in het „mergelige mioceen (m_2)" van VERBEEK en FENNEMA een oudere, fijnkorrelige formatie onderscheiden die veeal als eentonige, slecht gelaagde, blauwgrijze, kleiige Globigerinenmergels ontwikkeld is en een bovenste, grofkorrelige formatie, die uit zandige mergels, zandsteenen, conglomeraten en vulcanische tuffen bestaat en waarvan een deel — natuurlijk jonger dan mioceen — met de beroemde Trinillagen moet geïdentificeerd worden. Het is van belang erop te wijzen, dat deze zandmergels, conglomeraten en tuffen de plooiing van het neogeen in haren vollen omvang meegemaakt hebben, al liggen ze in het algemeen vlakker dan de daaronder volgende kleimergels. Dit is echter het natuurlijk gevolg daarvan, dat de jongere zandmergel-tuf-for-

[1]) H. VON STAFF, Zeitschr. der deutschen geol. Gesellsch. Mon. Ber. 1911, p. 180—186.

matie uit den aard der zaak in de synclinalen en op de vleugels der anticlinalen voorkomt, maar nooit in de kernen der antiklinalen, waar de plooiing het sterkst is.

Tusschen onze eerste en tweede doorsnede verloopt het profiel VII van VERBEEK EN FENNEMA, waarop — in de streek van Simo — een enkele, uiterst vlakke anticlinale is aangegeven, terwijl in werkelijkheid daar minstens 1 zeer sterk samengeperst zadel voorkomt. De westelijke voortzetting van dit zadel treffen we nog in ons tweede profiel, bezuiden de dessa Kambangan aan: de opplooiing bedraagt hier minstens 1000 M., de flanken vertoonen nog steile hellingen, maar het axiale gedeelte is hier veel vlakker dan bij Simo.

Zuidelijk van de anticlinale van Kambangan vinden we — ten Noorden van Kaboeh — een uiterst sterk samengeperst zadel, waarvan waarschijnlijk de zuidvleugel tegen den noordvleugel opgeschoven is. Noordelijk van Kambangan zijn in de bovenste deelen der kleimergelformatie banken van kalksteen ingeschakeld, welke het „m_3" massief van Ngimbang opbouwen.

Onze derde doorsnede loopt ongeveer 17 K.M. ten W. van de zooeven besprokene. Wij vinden hier de anticlinale van Kambangan niet meer terug, maar treffen de westelijke verlenging van het zadel van Kaboeh nog in volle ontwikkeling aan, terwijl er zuidelijk daarvan minstens twee nieuwe, steile, ongeplooide zadels optreden. We zien dus, dat van het Oosten naar het Westen in de besproken profielen de plooiing steeds sterker blijkt te worden en deze regel blijft ook geldig voor de nog verder westelijk gelegen streken. Dit leert reeds een enkele blik op ons laatste profiel, dat ongeveer door het dal der Solovallei loopt, waar deze tusschen Ngawi en Ngloewak de tertiaire mergelzone doorbreekt. Hier is — voornamelijk in het noordelijke deel — de kleimergelformatie zoo sterk samengeperst, dat men nauwelijks meer de anticlinalen en synclinalen uit elkaar kan houden.

Deze laatste doorsnede is ook bij VERBEEK EN FENNEMA als profiel XI afgebeeld; we vinden hier echter tusschen Ngawi en Ngloewak slechts twee, uiterst vlakke plooien aangegeven. Het komt me voor dat dit profiel tijdens de opnamen van VERBEEK EN FENNEMA door eenen inlandschen helper moet zijn gekaarteerd, want de ontblootingen van uiterst steile lagen zijn in het Solodal zóó mooi, dat ze door den geoloog onmogelijk over het hoofd zouden gezien kunnen worden.

In de zuidelijke deelen der beide laatste profielen zijn in de kleimergelformatie hier en daar banken van kalkzandsteenen en van kalkige conglomeraten ingeschakeld, welke in het Noorden zoo goed als geheel ontbreken. Waarschijnlijk wijzen zij op belangrijke facieele verschillen binnen de kleimergelformatie.

EEN KINETISCH OP-TE-VATTEN KRISTALSTRUCTUUR.

DOOR

A. L. W. E. VAN DER VEEN.

Oorspronkelijk beschouwde ik de kernhypothese van HAUY [1]) en de rasters van FRANKENHEIM [2]) (fig. 1 + 14), statische hypothesen, waaraan een systematiek der kristalvormen ontsproot, als een onaantastbaar, mathematisch zuiver geordend complex.

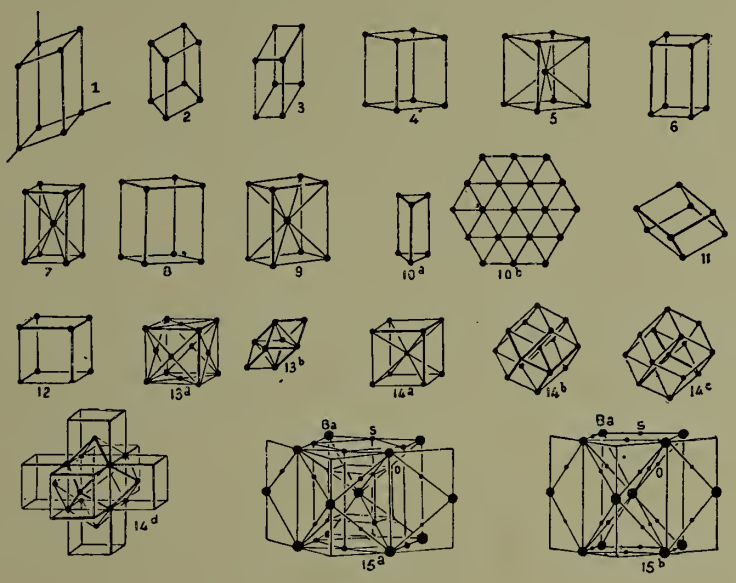


Fig. 1 + 15.

Allengs veranderde ik van gedachte. Een eerste aanleiding daartoe gaf het bekende frontaal-, en niet verticaal richten van de hoofdas in het monokliene stelsel.

De gevolgen van dergelijke onregelmatigheden doen zich gelden, waar men chemisch verschillende, doch verwante stoffen gaat vergelijken; men ziet zich dan gedwongen hare kristallen over één der hoeken: 15°, $22^1/_2$°, 45°, 60°, 90°, 120° of 180° te draaien.

---

[1]) R. J. HAUY, „Traité de minéralogie" 1801.

[2]) M. L. FRANKENHEIM, „Die Lehre von der Cohäsion". 1835.

Om een voorbeeld te noemen: de *cubische* splijting is vergelijkbaar met die langs het *deutero*-prisma in het tetragonale stelsel, de *dodekaëdrische* met het *proto*prisma. Men moet als gevolg daarvan een onderscheid maken tusschen proto- en deutero-ditetragonale pyramide, want splijt de stof deutero-prismatisch uit analogie met haar cubische verwante, zoo worden daardoor de scherpe hoekpunten gescheiden van de proto-ditetragonale-pyramide, daarentegen de stompe van den deuterovorm. Dergelijke vormen worden steeds in den protostand afgebeeld, zoodat men bij het zoeken naar structuur-analogieën, nu en dan de kristallen over 45° moet draaien.

Willekeurig stelt men ook één der drie assen van een rhombisch kristal verticaal. Mijns inziens behoorde dit steeds de middelste in lengte te wezen.[1])

Drievoudig onbepaald is de stand van een triklien kristal t. o. van een rechthoekig coördinatensysteem en men redt zich in zooverre dat één der ribben, naar willekeur, verticaal wordt gesteld.

Beschouwen we de richtingen: achteruit (sagittaal), rechts (frontaal) en omhoog (verticaal), zoo moeten we een meer logische reden zoeken, die de richtingshoeken bepaalt van het trikliene- of willekeurige assenkruis t.o. van dit orthogonale systeem.

Reeds weten we, dat tusschen de richtingen: α,β,γ van de trikliene assen : M t.o. van de orthogonale: X de volgende betrekkingen bestaan:

	M_a	M_b	M_c	
X_1	$\cos \alpha_1$	$\cos \alpha_2$	$\cos \alpha_3$	$\cos^2\alpha_1 + \cos^2\beta_1 + \cos^2\gamma_1 = 1$
X_2	$\cos \beta_1$	$\cos \beta_2$	$\cos \beta_3$	$\cos^2\alpha_2 + \cos^2\beta_2 + \cos^2\gamma_2 = 1$
X_3	$\cos \gamma_1$	$\cos \gamma_2$	$\cos \gamma_3$	$\cos^2\alpha_3 + \cos^2\beta_3 + \cos^2\gamma_3 = 1$

Mijn eerste methode tot het bepalen van de richtingshoeken gaf ik op het j.l. Natuur- en Geneeskundig Congres [2]) en zal ik hier kort résumeeren: In 't groot toonen de kristallen in alle punten dezelfde eigenschappen: ze zijn homogeen wat betreft hun soortelijk gewicht, hun optische-, electrische-, thermische eigenschappen, doch in 't klein is dit, naar we voorloopig weten, niet het geval. Daar blijken ze niet homogeen te zijn,

[1]) A. L. W. E. VAN DER VEEN „Kristallographie", openbare les gehouden als privaatdocent te Leiden, 8 Oct. 1915.

[2]) A. L. W. E. VAN DER VEEN. „De moleculairstructuur der kristallen". Handelingen van het vijftiende Natuur- en Geneeskundig Congres, gehouden op 8, 9 en 10 April 1915 te Amsterdam.

want ze splijten ..... er heerscht dus in hen een periodieke afwisseling van het niets en het met massa begaafde.

Daar de uiterst fijne deeltjes, die men bij het vergruizen van loodglans verkrijgt, steeds nog cubi zijn, moeten de met massa begaafde deeltjes ultramicroscopisch wezen.

Deze deeltjes noem*de* men kristalmoleculen.

Het eenvoudigst is daarna in eerste instantie aantenemen, dat elke materieele richting door het kristal vertegenwoordigt een equidistante reeks massapunten [1]).

Het kon ook anders, want kiezen we twee puntreeksen A en B (fig. 16), waartusschen de betrekking bestaat, dat 9 maal de afstand (parameter) tusschen de punten van de eene reeks gelijk is aan tien maal den parameter van de andere, zoo vertoont de combinatie van beide reeksen, als verdeeling en alhidade langs elkander gelegd, een periode die zich met het tiende, resp. elfde punt herhaalt. De periode omvat in dit geval 19 punten.

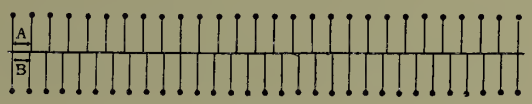


Fig. 16.

Zijn de parameters voldoende klein in verband met de physische of chemische reacties, dan kan de structuur microscopisch evenzeer homogeen schijnen als de enkelvoudige- of equidistante puntreeks. Het molecuul van deze schijnbaar-enkelvoudige reeks bezit dan de massa: 9A + 10B.

We kunnen dus enkelvoudige en samengestelde puntreeksen onderscheiden, doch de laatste zijn als enkelvoudig met betrekking tot een grooter groep punten op-te-vatten, tenzij de parameters van de componeerende reeksen onderling onmeetbaar worden.

Hieruit volgt dat de enkelvoudige puntreeks, tot een tridimensionaal raster uitgebreid, ons de hoofdindeeling der kristallen moet geven, wat niet wegneemt dat homogene stoffen met bovenbedoelde samengestelde structuur, wel andere nevenverschijnselen op morphologisch gebied kunnen toonen, die dan te wijten zijn aan de meer intieme groepeering der periode.

De studie der kristallen wil dan zeggen: de studie der tridimensionale enkelvoudige puntrasters.

Deze zijn veertien in getal (fig. 1 + 14) en kunnen worden opgevat als gespecialiseerd uit het trikliene raster. De hoogstsymmetrische gedaante onder hen vertoont het cubische raster.

Uit deze rasters is steeds een typeerend („topisch") parallelepipedum

---

[1]) Hier vermijd ik het woord molecuul.

te splijten, zelfs uit het octaëdrische raster (fig. 13b) en uit het dodekaëdrische raster (fig. 14b en c).

De ribben van het topische parallelepipedum heeten topische parameters, de hoeken daartusschen noem ik topische hoeken.

Daar men tot dusver den afstand der massadeeltjes in een kristal niet kende, stelde men zich tevreden door aan den inhoud van het topische parallelepipedum een waarde toe-te-kennen = het equivalentvolume V der substantie.

$$V = \frac{\text{moleculair gewicht}}{\text{soortelijk gewicht}} \text{ (in c.M}^3\text{.)}$$

Wordt $V = 1$, dan is één grammolecuul der substantie reeds binnen één c.M^3. geborgen, welk volume voor een gas 22,410 L. bedraagt.

De eenheid voor de topische parameters wordt de centimeter, doordat men daarvoor kiest de riblengte van het parallelepipedum voor een cubisch splijtende stof met het equivalentvolume één.

Twéé der hoekpunten van elk parallelepipedum, diametraal gelegen, vertoonen drie scherpe, drie rechte, of drie stompe hoeken, zoodat merkwaardigerwijze zelfs een willekeurig assenkruis een pseudo-trigonale symmetrie vertoont.

Men komt dan tot het volgend schema:

A: oxygonale stoffen:

I: topische hoeken kleiner dan 60°.

II: topische hoeken 60°. Zoo de topische parameters gelijk zijn, doelt dit op octaëdrische stoffen als fluoriet.

III: topische parameters grooter dan 60°, doch kleiner dan 90°.

B: orthogonale stoffen:

IV: topische hoeken 90°. Zoo de topische parameters gelijk worden; cubische stoffen als loodglans.

C: amblygonale stoffen:

V: topische hoeken grooter dan 90°, doch kleiner dan 109° 28′ 14″.

VI: topische hoeken 109° 28′ 14″. Worden de topische parameters gelijk, zoo zijn dit dodekaëdrische stoffen als zinkblende.

VII: topische hoeken grooter dan 109° 28′ 14″.

Tusschen de 14 rasters blijkt een meer intiem verband te bestaan, zooals volgt uit het optreden van z.g. pseudo-symmetrische vormen, dat zijn kristallen, die tot hooger symmetrische naderen, zonder dat men thans in staat is dit naderen genetisch juist aan-te-geven.

Doel van mijn onderzoek is deze genetisch juiste methode te vinden.

10 April 1915 sprak ik de meest voor-de-hand liggende methode uit, daarin bestaande, dat binnen het topisch parallelepipedum een ellipsoïde wordt beschreven, rakend aan de zwaartepunten der zijvlakken, dus

waarvan de topische parameters: χ, ψ, ω (fig. 18), drie toegevoegde richtingen vormen:

De bijzonderheden van *deze* topische ellipsoïde vinden we uit de formules:

1. Eerste stelling van APPOLINUS:

Voor elke ellips is de som van de quadraten van 2 toegevoegde middellijnen constant, dus gelijk aan de som der quadraten van de assen.

2. Tweede stelling van APPOLINUS:

De inhoud van het parallelogram beschreven op twee toegevoegde middellijnen is eveneens constant, dus gelijk aan den inhoud van den rechthoek beschreven op de assen.

3. De assenhoek 2τ van de ellipsoïde $\frac{x^2}{p^2}+\frac{ij^2}{q^2}+\frac{z^2}{r^2}=1$ wordt bepaald door de formule:

$$tg^2\ \tau = \frac{p^2}{r^2}\cdot\frac{p^2-q^2}{q^2-r^2}.$$

4. Volg onderstaande schema uitsluitend voor trikliene kristallen.

a. Breng het typeerend hoekpunt (ortho- oxy- of ambly-gonaal) van het topisch parallelepipedum in den oorsprong van een rechthoekig coördinatenstelsel, dat Z keert omhoog Y naar rechts en X naar ons toe.

b. Benoem de topische parameters met de letters $2a_t$, $2b_t$ en $2c_t$. Laat vlak $a_t\ b_t$ rusten op XOY. Richt a_t volgens de X as.

c. Beschrijf om den oorsprong een bol en bepaal de doorsteekpunten van de topische parameters met dit hulpoppervlak door hun lengte en breedte t. o. van XOY als equator en XOZ als nulmeridiaan.

Bezitten de topische parameters de richtingen U, V, W, dan moet thans

voor u	$\lambda = 0°$	$\beta = 0°$
„ v	$\lambda = \lambda_v$	$\beta = 0°$
„ w	$\lambda = \lambda_w$	$\beta = \beta_w$

Brengen we een punt $P\ (u\ v\ w)$ over op rechthoekige assen tot $P\ (x\ ij\ z)$, zoo gelden de transformatieformules:

$$u = x - ij \cot\lambda_v - \cot\beta_w \cos\lambda_w + z \cot\beta_w \sin\lambda_w \cot\lambda_v$$
$$v = ij \operatorname{cosec}\lambda_v - z \cot\beta_w \sin\lambda_w \operatorname{cosec}\lambda_v$$
$$w = z \operatorname{cosec}\beta_w$$

verkregen door de gebroken lijn $x\ ij\ z$ scheefhoekig op UVW te projecteeren of door $u\ v\ w$ op te lossen uit de vergelijkingen:

$$x = u + v\cos\lambda_v + w\cos\beta_w\cos\lambda_w$$
$$ij = o + v\sin\lambda_v + w\cos\beta_w\sin\lambda_w$$
$$z = o + o + w\sin\beta_w$$

zijnde: de orthogonale projecties van de gebroken lijn $u\ v\ w$ op de assen XYZ.

Geven we de betrekking aan door het schema

	x	ij	z
u	α_1	β_1	γ_1
v	α_2	β_2	γ_2
w	α_3	β_3	γ_3

dan worden α_2, α_3 en $\beta_3 = 0$, zoodat we vinden

$$\alpha_1 = 1$$
$$\beta_1 = -\operatorname{cotg} \lambda_v$$
$$\gamma_1 = \operatorname{cotg} \beta_w \,(\sin \lambda_v \operatorname{cotg} \lambda_v - \cos \lambda_w)$$
$$\alpha_2 = 0$$
$$\beta_2 = \operatorname{cosec} \lambda_v$$
$$\gamma_2 = -\operatorname{cosec} \lambda_v \sin \lambda_w \operatorname{cotg} \beta_w$$
$$\alpha_3 = 0$$
$$\beta_3 = 0$$
$$\gamma_3 = \operatorname{cosec} \beta_w$$

Substitueeren we in de vergelijking van de ingeschreven (topische) ellipsoïde $\frac{u^2}{a_t^2} + \frac{v^2}{b_t^2} + \frac{w^2}{c_t^2} = 1$ de waarden $u\ v\ w$, volgend uit:

	x	ij	z
u	α_1	β_1	γ_1
v	α_2	β_2	γ_2
w	α_3	β_3	γ_3

zoo vinden we:

x^2	ij^2	z^2	xij	zx	ijz	
$\frac{\alpha_1^2}{a_t^2}$	$\frac{\beta_1^2}{a_t^2}$	$\frac{\gamma_1^2}{a_t^2}$	$2\frac{\alpha_1\beta_1}{a_t^2}$	$2\frac{\gamma_1\alpha_1}{a_t^2}$	$2\frac{\beta_1\gamma_1}{a_t^2}$	
$\frac{\alpha_2^2}{b_t^2}$	$\frac{\beta_2^2}{b_t^2}$	$\frac{\gamma_2^2}{b_t^2}$	$2\frac{\alpha_2\beta_2}{b_t^2}$	$2\frac{\gamma_2\alpha_2}{b_t^2}$	$2\frac{\beta_2\gamma_2}{b_t^2}$	$= 1$
$\frac{\alpha_3^2}{c_t^2}$	$\frac{\beta_3^2}{c_t^2}$	$\frac{\gamma_3^2}{c_t^2}$	$2\frac{\alpha_3\beta_3}{c_t^2}$	$2\frac{\gamma_3\alpha_3}{c_t^2}$	$2\frac{\beta_3\gamma_3}{c_t^2}$	

daar $\alpha_2 = \alpha_3 = \beta_3 = 0$ vereenvoudigt zich dit tot:

x^2	ij^2	z^2	xij	zx	ijz	
$\frac{\alpha_1^2}{a_t^2}$	$\frac{\beta_1^2}{a_t^2}$	$\frac{\gamma_1^2}{a_t^2}$	$2\frac{\alpha_1\beta_1}{a_t^2}$	$2\frac{\gamma_1\alpha_1}{a_t^2}$	$2\frac{\beta_1\gamma_1}{a_t^2}$	
	$\frac{\beta_2^2}{b_t^2}$	$\frac{\gamma_2^2}{b_t^2}$			$2\frac{\beta_2\gamma_2}{b_t^2}$	$= 1$
		$\frac{\gamma_3^2}{c_t^2}$				

$A_1 x^2 + A_2 ij^2 + A_3 z^2 + 2 B_1 xij + 2 B_2 zx + 2 B_3 ijz + D = 0$

met

$$A_1 = \frac{\alpha_1{}^2}{a_t{}^2}$$

$$A_2 = \frac{\beta_1{}^2}{a_t{}^2} + \frac{\beta_2{}^2}{b_t{}^2}$$

$$A_3 = \frac{\gamma_1{}^2}{a_t{}^2} + \frac{\gamma_2{}^2}{b_t{}^2} + \frac{\gamma_3{}^2}{c_t{}^2}$$

$$B_1 = \frac{\alpha_1 \beta_1}{a_t{}^2}$$

$$B_2 = \frac{\alpha_1 \gamma_1}{a_t{}^2}$$

$$B_3 = \frac{\beta_1 \gamma_1}{a_t{}^2} + \frac{\beta_2 \gamma_2}{b_t{}^2}$$

$$D = -1$$

Bepaal de wortels S der vergelijking $\begin{vmatrix} A_1 - S & B_1 & B_2 \\ B_1 & A_2 - S & B_3 \\ B_2 & B_3 & A_3 - S \end{vmatrix} = 0$

die zich laat terugbrengen tot den vorm:

$S^3 + aS^2 + bS + c = 0$ met

$a = -(A_1 + A_2 + A_3)$

$b = A_1A_2 + A_3A_1 + A_2A_3 - (B_1{}^2 + B_2{}^2 + B_3{}^2)$

$c = A_1B_3{}^2 + A_2B_2{}^2 + A_3B_1{}^2 - (A_1A_2A_3 + 2B_1B_2B_3)$

Stel in deze vergelijking $S + \frac{1}{3} a = ij$ dan gaat ze over in:

$ij^3 + p\, ij + q = 0$ met $p = b - \frac{1}{3}a$ en $q = \frac{2}{27}a^3 - \frac{1}{3}\, a\, b + c.$

Stel $ij = r \cos \varphi$ dan wordt $\cos^3 \varphi + \frac{p}{r^2} \cos \varphi + \frac{q}{r^3} = 0.$

Nu is $\cos^3 \varphi - \frac{3}{4} \cos \varphi - \frac{1}{4} \cos 3 \varphi = 0$ dus $r^2 = -\frac{4}{3} p$ of

$r = 2\left(-\frac{p}{3}\right)^{\frac{1}{2}}$ $\qquad$ $\cos 3 \varphi = 4\, q\, r^{-3} = -\frac{1}{2} q \left(-\frac{p}{3}\right)^{-\frac{3}{2}}$

Stel we vinden $3 \varphi = a$ dan is:

$\varphi_1 = {}^1/_3 a \qquad \varphi_2 = {}^1/_3 a + 120° \qquad \varphi_3 = {}^1/_3 a + 240°.$

Hieruit volgen drie waarden voor ij en daaruit drie voor S.

De halve assen van de topische ellipsoïde zijn:

$$\varrho_1 = \sqrt{\frac{1}{S_1}} \quad \varrho_2 = \sqrt{\frac{1}{S_2}} \quad \varrho_3 = \sqrt{\frac{1}{S_3}}$$

terwijl hun richting volgt uit:

$$\cos\alpha = \frac{m}{\sqrt{m^2 + n^2 + 1}} \qquad \cos\beta = \frac{n}{\sqrt{m^2 + n^2 + 1}}$$

$$\cos\gamma = \frac{1}{\sqrt{m^2 + n^2 + 1}}$$ met de waarden:

$$m_I = \frac{\begin{vmatrix} -B_2 & B_1 \\ -B_3 & A_2 - S_I \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} A_1 - S_I & B_1 \\ B_1 & A_2 - S_I \end{vmatrix}} \qquad n_I = \frac{\begin{vmatrix} A_1 - S_I & -B_2 \\ B_1 & -B_3 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} A_1 - S_I & B_1 \\ B_1 & A_2 - S_I \end{vmatrix}}$$

(m_{II} n_{II}, m_{III} n_{III} vinden we door S_I door S_{II} resp. S_{III} te vervangen).

Deze berekening werd zooveel mogelijk logarithmisch (5 decimalen) door mij uitgevoerd voor het topisch parallelepipedum van ammoniumhexachloroplatinaat, een octaëdrisch splijtende stof. Dit gaf een hoek van 70° 48′ 30″ tusschen rotatieas en topischen parameter. De directe berekening voor den hoek tusschen de c as van een rhomboëder met vlakke hoeken van 60° en de poolribben, levert 70° 31′ 45″.

Dit geeft een verschil van 0.4% door den omslachtigen weg die eerst werd gevolgd.

Ik waagde een eerste poging den vorm van de ellipsoïde voor verschillende stoffen uit de barytreeks te voorspellen, welke poging onbeslist is gebleven, doordat de rhombische modificatie van het strontiumchromaat nog onbekend is. Dit voorspellen geschiedt door middel van den topischen assenhoek, een grootheid, die afhankelijk is van de drie aslengten van de ellipsoïde.

Reeds in het begin der negentiende eeuw wees Bernhardi [1]) uitdrukkelijk op betrekkingen tusschen den vorm der kristallen en hun chemische samenstelling en schreef volgende hypothesen neer:

I: alle elementen, met uitzondering van zuurstof, stikstof, waterstof, zwavel, phosphor en borium, bezitten een isometrischen vorm.

II: elementen van isometrischen vorm behouden na vereenigen die gedaante.

III: stoffen, die een verbinding aangaan met andere, worden eerst dan van type veranderd, wanneer een behoorlijke gewichtshoeveelheid toetreedt. Zoo blijven de oxydulen der metalen doorgaans nog in den regulairen vorm, en veranderen eerst bij verdere oxydatie.

IV: stoffen van niet-isometrische gedaante kunnen isometrische, zoowel als niet-isometrische verbindingen geven.

---

[1]) J. J. Bernhardi „Das allgemeine Krystallisationssystem der chemischen Elemente". Neues Journ. für Chemie und Physik von Schweigger. 1817 *21* p. 1.

Een dergelijk idee leidde ook mijn volgende gedachte:

Fig. 15: denken we ons voor barium een gecentreerd-cubischen, dus dodekaëdrischen bouw en stellen we zuurstofatomen op de lichaamsdiagonalen van de cubus, midden tusschen de bariumatomen, terwijl we zwavelatomen ons denken in het midden van de ribben van grond- en bovenvlak, zoo voldoet dit raster nà de rhombische déformatie: fig. 15*b* aan de volgende voorwaarden:

I. Het zwaarste, dus het bariumatoom speelt de hoofdrol en richt de prismatische splijtbaarheid.

II. Daar de topische parameters van zwavel kleiner zijn dan die van bariumsulfaat, wordt het rhombisch zwavelprisma uitgerekt door den

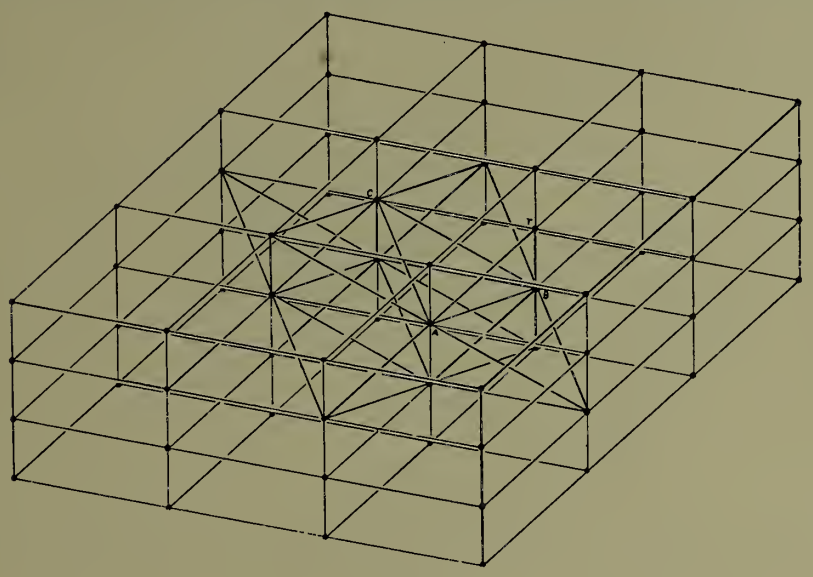


Fig. 17.

bariumcubus. Anderzijds déformeert de zwavelcombinatie de bariumcombinatie tot een rhombischen vorm.

III. Vervangen we zwavel door de zwaardere atomen van chroom, of nog beter door seleen, dan is deze laatste déformatie sterker, dus de topische assenhoek behoorend bij het rhombisch prisma stijgt.

IV. De verschillende chemische atomen liggen in statisch evenwicht door elkander. Er is dus geen sprake van molecuulvorming, want de structuur is dermate symmetrisch dat de zwavelatomen moeten zweven juist midden tusschen twee bariumatomen, evenals de zuurstofatomen.

De aangeduide structuur voor bariumsulfaat bezit slechts dit recht van bestaan, dat ze op eenvoudige wijze de gedaante van den splijtvorm verklaart, terwijl de atoomsafstanden van gelijke orde worden als de topische

parameters. Mogelijk kunnen Röntgenogrammen een wijziging wenschelijk maken, de ware oplossing echter kon wel eens steeds onbekend blijven.

8 October 1915 [1]) sprak ik uit, dat het logischer is de 6 ribben van een tetraëder dan de 3 ribben en de 3 hoeken van een parallelepipedum tot topische grootheden te kiezen,

Evenals de triangulatiemethode den onderlingen stand van punten in een plat vlak bepaalt, geeft de tetraëder-methode den stand van punten in de ruimte aan.

Zoo is in fig. 17 een triklien raster gegeven.

De bouwsteen is dus een scheef parallelepipedum, dat in fig. 18 is afgebeeld, nadat het door twee snijvlakken werd verdeeld in een willekeurige octaëder en twee tetraëders die elkaars spiegelbeeld vormen. Zoo-

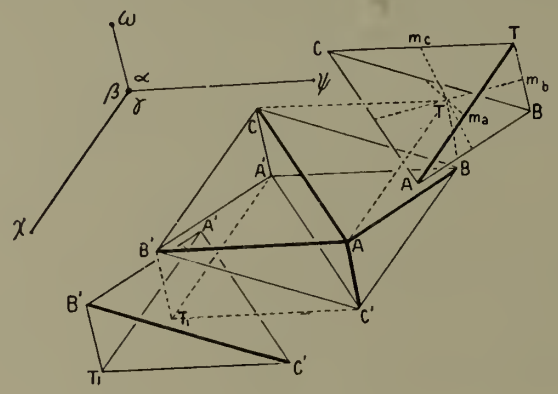


Fig. 18.

als blijkt uit fig. 17 is elke octaëder omgeven door 8 tetraëders, terwijl vier octaëders één tetraëder omhullen.

De snijvlakken waren zóó gekozen, dat de typeerende hoekpunten van het parallelepipedum werden gescheiden, d,w.z. die hoekpunten, waarin in dit geval drie scherpe hoeken samenkomen [2]).

Noemen we het typeerend hoekpunt den top van de tetraëder: T en haar ribben aan de basis: $2a$, $2b$ en $2c$, zoo kunnen we de drie kruisende ribben benoemen met $2t_a$, $2t_b$ en $2t_c$.

Verbinden we in een tetraëder de middens van elke twee kruisende ribben, zoo snijden deze drie lijnen elkaar in één punt, het zwaartepunt van de tetraëder. Het zijn de eenige drie zwaartelijnen, die nog door het zwaartepunt worden gehalveerd. Een tetraëder is dus een acentrische polyëder, die drie middellijnen bezit.

[1]) Noot 1 pag. 154.

[2]) Door projectie verschijnt in de afbeelding één der hoeken stomp.

De lengten van de drie middellijnen: $2m_a$, $2m_b$, $2m_c$, en de door deze ingesloten hoeken α β γ kunnen in: a, b, c, t_a, t_b, t_c, worden uitgedrukt:

$$2\,m_a^2 = b^2 + t_b^2 + c^2 + t_c^2 - a^2 - t_a^2$$

$$\cos\alpha = \cos(m_b \wedge m_c) = 2\frac{3(a^2 + t_a^2) - (b^2 + t_b^2) - (c^2 + t_c^2)}{(a^2 + t_a^2)^2 - (b^2 + t_b^2) - (c^2 + t_c^2)^2}$$

De afstanden van de hoekpunten tot het zwaartepunt van de tetraëder volgen uit:

$$(2\ O\ T)^2 = 3\,(t_a^2 + t_b^2 + t_c^2) - (a^2 + b^2 + c^2) \text{ etc.}$$

Op de drie middellijnen als toegevoegde middellijnen, kan een ellipsoïde beschreven worden: fig. 19. Deze ellipsoïde raakt dan tevens aan de ribben van de tetraëder.

Deformeeren we de ellipsoïde tot daaruit een bol ontstaat, zoo speciali-

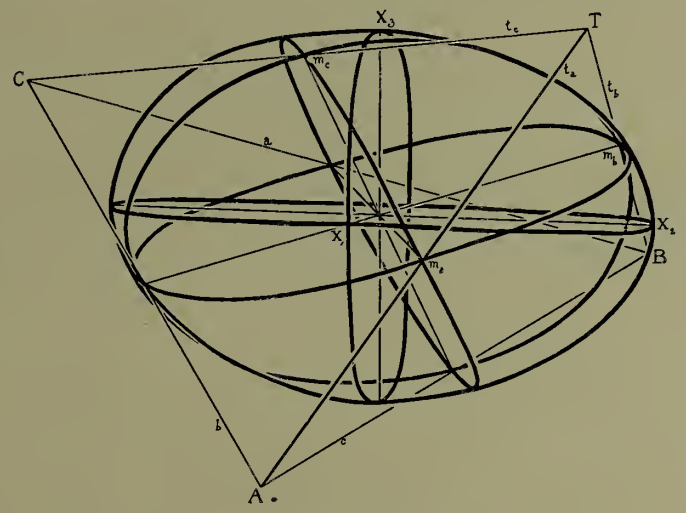


Fig. 19.

seert zich de tetraëder tot een regulairen vorm. De assen van de ellipsoïde zijn de *hoofd*-déformatie-richtingen, zij kenmerken den bijzonderen vorm van de tetraëder.

Verandert bij de déformatie het volume niet, dan bezitten bol en ellipsoïde gelijken inhoud.

Deze bol is geschikt te kiezen om daarop door lengte en breedte verschillende voerstralen te bepalen, als:

de voerstralen naar de hoekpunten van de tetraëder;

de middellijnen van de tetraëder;

de *hoofd*-déformatierichtingen, d.w.z. de assen van de topische ellipsoide behoorende bij de tetraëder.

Dit onderzoek leent zich speciaal tot het analyseeren van trikliene-, monokliene-, en rhombische rasters. Wordt het raster hooger symmetrisch, dan neemt de ellipsoïde den rotatievorm aan en wordt dus één asrichting onbepaald. In dit geval brenge men de tetraëder zooveel mogelijk in den stand van de regulaire tetraëder, zooals in kristalbeschrijvingen gebruikelijk is.

Alle tetraëders groepeeren zich nu om de regulaire, en graveeren op den bol den gelaatstrek, die hen van deze laatste doet verschillen.

Tot zoover mijn tweede beschouwing over de structuur der kristallen: zij lijdt aan het euvel, dat ik de tetraëder boven de octaëder préféreerde. In dit bezwaar weet ik slechts kinetisch te gemoet te komen:

Ik beschouw niet langer de tetraëder, noch de octaëder, noch het parallelepipedum, maar slechts de grenslijnen tusschen deze lichamen, d.w.z. de ribben van die lichamen.

De massapunten van een enkelvoudig raster zullen tengevolge van de warmtebewegingen banen beschrijven, waarvan we den vorm niet kennen. Echter dragen deze bewegingen een periodisch karakter en de banen laten zich door een bijzonder oppervlak omstulpen. Ik beschouw dit omstulpend oppervlak als de *kinetische-sfeer* van het massapunt.

Het begrip enkelvoudig raster stelt dan volgende voorwaarden:

I. De kinetische sfeer bezit voor alle rasterpunten denzelfden vorm.

II. De massapunten bezitten een homologe ligging binnen alle kinetische sferen.

III Willen de atomen zich botsingvrij bewegen, zoo mogen de kinetische sferen elkaar nog niet raken.

Nemen we aan dat de massapunten elkaar op afstand houden door botsen, zoo volgt omgekeerd uit het gelijkwaardig zijn van alle massapunten, dat elke rechte door het systeem gelegd, een equidistante reeks moet wezen, m.a.w.: *gelijkwaardige* massapunten moeten volgens de botsingshypothese een raster vormen, dat een enkelvoudig karakter draagt.

In werkelijkheid staat in elk hoekpunt een massapunt, en beschrijft zijn baan, die hoogstens kan reiken tot de punten: m_a, m_b, m_c (fig. 19), waar botsing kan plaats hebben. Zoodra het deeltje zulk een punt overschrijdt is het thermisch evenwicht verbroken, en verlengt zich de betreffende ribbe: het kristal zet uit.

Het overslaan in een ander stelsel moet geïnduceerd wezen door het karakter van het massadeeltje, want zijn de deeltjes isotroop, zoo schijnt slechts een regulair raster mogelijk.

De beweging laat zich eenvoudiger dan op de ribben, betrekken op de middellijnen: m_a, m_b, m_c. We denken ons daarom een oogenblik het massapunt in het zwaartepunt van de tetraëder, zich bewegend in de richting der ribben. Wil het dan de uiterste standen (de hoekpunten van

de tetraëder) bereiken, zoo moet er nu en dan een oogenblik wezen, waarop het t.o. van de assen: M_a, M_b, M_c de coördinaten m_a, m_b, m_c bezit, d.w.z. gelijktijdig in den uitersten stand is op de drie assen.

Daar de resulteerende beweging van het punt periodisch is, zal zij zich ook als periodisch projecteeren en laat zich naar FOURIER in enkelvoudige trillingen ontbinden.

Ik wil daarom nagaan welke baan een punt beschrijft, dat enkelvoudige trillingen volbrengt met de amplituden m_a m_b m_c.

Kiezen we m_1 m_2 m_3 tot loopende coördinaten langs de assen M_a M_b M_c zoo laat zich de beweging van het punt door volgende vergelijkingen weergeven:

$$m_1 = m_a \sin (nt + p_1)$$
$$m_2 = m_b \sin (nt + p_2)$$
$$m_3 = m_c \sin (nt + p_3)$$

m_a m_b m_c zijn de amplituden.

p_1 p_2 p_3 bepalen de phase van elke trilling.

$$m_1 - m_a \cos p_1 \sin nt - m_a \sin p_1 \cos nt = o$$
$$m_2 - m_b \cos p_2 \sin nt - m_b \sin p_2 \cos nt = o$$
$$m_3 - m_c \cos p_3 \sin nt - m_c \sin p_3 \cos nt = o$$

Vragen we naar het tijdstip t, waarop het punt den stand m_1 m_2 m_3 passeert, zoo moeten sin nt en cos nt uit het stelsel worden opgelost, daarbij m_1 m_2 m_3 bekend onderstellend. Willen de vergelijkingen niet strijdig zijn, zoo moeten ze afhankelijk wezen t.o. van sin nt en cos nt dus:

$$\begin{vmatrix} m_1 & - m_a \cos p_1 & - m_a \sin p_1 \\ m_2 & - m_b \cos p_2 & - m_b \sin p_2 \\ m_3 & - m_c \cos p_3 & - m_c \sin p_3 \end{vmatrix} = 0$$

of $m_1 . m_b m_c (\cos p_2 \sin p_3 - \sin p_2 \cos p_3) +$
$+ m_2 . m_c m_a (\cos p_3 \sin p_1 - \sin p_3 \cos p_1) +$
$+ m_3 . m_a m_b (\cos p_1 \sin p_2 - \sin p_1 \cos p_2) = 0$

of $$m_1 \frac{\sin (p_2 - p_3)}{m_a} + m_2 \frac{\sin (p_3 - p_1)}{m_b} + m_3 \frac{\sin (p_1 - p_2)}{m_c} = 0$$

Dit stelt voor een plat vlak met de parameters:

$$a = \frac{m_a}{\sin (p_2 - p_3)}$$

$$b = \frac{m_b}{\sin (p_3 - p_1)}$$

$$c = \frac{m_c}{\sin (p_1 - p_2)}$$

Eenige bijzondere standen voor het baanvlak volgen o. a. uit:

$\sin(p_2 - p_3) = 0$ phaseverschil $p_2 - p_3 = \frac{\pi}{2}$ baanvlak door M_a

$\sin(p_2 - p_3) = 1/2$ phaseverschil $p_2 - p_3 = \frac{\pi}{6}$ parameter $a = 2m_a$

Tusschen de richtingscosinus van de normaal op het baanvlak geldt de betrekking:

$$\cos q_1 : \cos q_2 : \cos q_3 = \frac{\sin(p_2 - p_3)}{m_a} : \frac{\sin(p_3 - p_1)}{m_b} : \frac{\sin(p_1 - p_2)}{m_c}.$$

Eenvoudiger wordt onze beschouwing, zoo we het beeld overbrengen op rechthoekige assen en het baanvlak kiezen tot XY vlak.

Zijn de trillingsvectoren bepaald door het richtingsschema:

		m_1	m_2	m_3
sagittaal	x	$\cos\alpha_1$	$\cos\alpha_2$	$\cos\alpha_3$
frontaal	ij	$\cos\beta_1$	$\cos\beta_2$	$\cos\beta_3$
verticaal	z	$\cos\gamma_1$	$\cos\gamma_2$	$\cos\gamma_3$

met de voorwaarden:

$$\cos\gamma_1 : \cos\gamma_2 : \cos\gamma_3 = \frac{\sin(p_2 - p_3)}{m_a} : \frac{\sin p_3 - p_1)}{m_b} : \frac{\sin p_1 - p_2)}{m_c}$$

$$\cos^2\alpha_1 + \cos^2\beta_1 + \cos^2\gamma_1 = 1$$
$$\cos^2\alpha_2 + \cos^2\beta_2 + \cos^2\gamma_2 = 1$$
$$\cos^2\alpha_3 + \cos^2\beta_3 + \cos^2\gamma_3 = 1$$

$$\cos\Theta_1 = \cos\alpha_2\cos\alpha_3 + \cos\beta_2\cos\beta_3 + \cos\gamma_2\cos\gamma_3$$
$$\cos\Theta_2 = \cos\alpha_3\cos\alpha_1 + \cos\beta_3\cos\beta_1 + \cos\gamma_3\cos\gamma_1$$
$$\cos\Theta_3 = \cos\alpha_1\cos\alpha_2 + \cos\beta_1\cos\beta_2 + \cos\gamma_1\cos\gamma_2$$

waarin $\Theta_1 = M^a \wedge M_c$; $\Theta_2 = M_c \wedge M_a$; $\Theta_3 = M_a \wedge M_b$

zoo wordt de plaats van het punt ten tijde t bepaald door:

$x = m_1\cos\alpha_1 + m_2\cos\alpha_2 + m_3\cos\alpha_3$

$ij = m_1\cos\beta_1 + m_2\cos\beta_3 + m_3\cos\beta_3$

$z = m_1\cos\gamma_1 + m_2\cos\gamma_2 + m_3\cos\gamma_3 = 0$ voor de aangegeven waarden van $\gamma_1\ \gamma_2\ \gamma_3$.

$$x = (m_a\cos p_1.\cos\alpha_1 + m_b\cos p_2.\cos\alpha_2 + m_c\cos p_3.\cos\alpha_3)\sin nt + (m_a\sin p_1.\cos\alpha_1 + m_b\sin p_2.\cos\alpha_2 + m_c\sin p_3.\cos\alpha_3)\cos nt.$$

$$ij = (m_a\cos p_1.\cos\beta_1 + m_b\cos p_2\cos\beta_2 + m_c\cos p_3.\cos\beta_3)\sin nt + (m_a\sin p_1.\cos\beta_1 + m_b\sin p_2.\cos\beta_2 + m_c\sin p_3.\cos\beta_3)\cos nt$$

$$z = (m_a\cos p_1.\cos\gamma_1 + m_b\cos p_2.\cos\gamma_2 + m_c\cos p_3.\cos\gamma_3)\sin nt + (m_a\sin p_1.\cos\gamma_1 + m_b\sin p_2.\cos\gamma_2 + m_c\sin p_3.\cos\gamma_3)\cos nt$$

De coëfficienten van sin nt en cos nt zijn de projecties op de orthogonale assen, van twee phasevectoren, die we verkrijgen door volgende waarden uit-te-zetten op de oorspronkelijke trillingsrichtingen:
$m_a \cos p_1$, $m_b \cos p_2$, $m_c \cos p_3$ als ontbondenen van een cosinusvector,
$m_a \sin p_1$, $m_b \sin p_2$, $m_c \sin p_3$ „ „ „ „ sinusvector.

Het punt trilt met een phaseverschil $\frac{\pi}{2}$ langs beide vectoren en beschrijft een ellips met deze richtingen als toegevoegde middellijnen.

Hierbij is:

de lengte van den sinusvector: S

$$\begin{aligned} S^2 = {} & m_a^2 \sin^2 p_1 + m_b^2 \sin^2 p_2 + m_c^2 \sin^2 p_3 + \\ & + \cos \Theta_1 . m_b . m_c . \sin p_2 \sin p_3 + \\ & + \cos \Theta_2 . m_c . m_a . \sin p_3 \sin p_1 + \\ & + \cos \Theta_3 . m_a . m_b . \sin p_1 \sin p_2 \end{aligned}$$

de lengte van den cosinusvector: C

$$\begin{aligned} C^2 = {} & m_a^2 \cos^2 p_1 + m_b^2 \cos^2 p_2 + m_c^2 \cos^2 p_3 + \\ & + \cos \Theta_1 . m_b . m_c . \cos p_2 \cos p_3 + \\ & + \cos \Theta_2 . m_c . m_a . \cos p_3 \cos p_1 + \\ & + \cos \Theta_3 . m_a . m_b . \cos p_1 \cos p_2 \end{aligned}$$

de lengte van den vector: $S + C$.

$$\begin{aligned} (S + C)^2 = {} & m_a^2 (\sin p_1 + \cos p_1)^2 + m_b^2 (\sin p_2 + \cos p_2)^2 + \\ & + m^2 (\sin p_3 + \cos p_3)^2 + \\ & + \cos \Theta_1 . m_b\, m_c . (\sin p_2 + \cos p_2) (\sin p_3 + \cos p_3) + \\ & + \cos \Theta_2 . m_c\, m_a . (\sin p_3 + \cos p_3) (\sin p_1 + \cos p_1) + \\ & + \cos \Theta_3 . m_a\, m_b . (\sin p_1 + \cos p_1) (\sin p_2 + \cos p_2). \end{aligned}$$

Grootte van den hoek $\varphi = S \wedge C$

$$\begin{aligned} 2.\, S.\, C. \cos \varphi = {} & m_a^2 \sin 2p_1 + m_b^2 \sin 2p_2 + m_c^2 \sin 2p_3 + \\ & + \cos \Theta_1 . m_b\, m_c . \sin (p_1 + p_3) + \\ & + \cos \Theta_2 . m_c\, m_a . \sin (p_3 + d_1) + \\ & + \cos \Theta_3 . m_a\, m_b . \sin (p_1 + p_2). \end{aligned}$$

De quadraten der halve assen der ellips vormen de wortels van de vierkantsvergelijking:
$\chi^2 - (S^2 + C^2)\, \chi + S^2 . C^2 . \sin^2 . \varphi = o$

Het punt passeert deze hoofdassen op het oogenblik $\frac{t}{T}$ bepaald door:

$$tg\ 4\pi \frac{t}{T} = \frac{2\, C.\, S}{C^2 - S^2} \cos \varphi$$

Ook wanneer men zich beperkt tot enkelvoudige trillingen zal het punt

zich zeer onregelmatig t. o. van de tetraëder bewegen. Het is daarom wel noodig uit-te-maken of aan de in figuur 19 afgebeelde ellipsoïde een kinetische beteekenis kan worden toegekend.

Daar de baan van het punt steeds een elliptische is, wordt de vraag of het punt zich wellicht steeds over éénzelfde ellipsoïde verplaatst en ik wil daarom nagaan wat de waarde wordt van de functie: $\frac{m_1^2}{m_a^2} + \frac{m_2^2}{m_b^2} + \frac{m_3^2}{m_c^2}$

$$\frac{m_1^2}{m_a^2} = \sin^2 nt \cos^2 p_1 + \cos^2 nt \sin^2 p_1 + 2 \sin nt \cos nt \sin p_1 \cos p_1$$

$$\frac{m_2^2}{m_b^2} = \sin^2 nt \cos^2 p_2 + \cos^2 nt \sin^2 p_2 + 2 \sin nt \cos nt \sin p_2 \cos p_2$$

$$\frac{m_3^2}{m_c^2} = \sin^2 nt \cos^2 p_3 + \cos^2 nt \sin^2 p_3 + 2 \sin nt \cos nt \sin p_3 \cos p_3$$

$$\frac{m_1^2}{m_a^2} + \frac{m_2^2}{m_b^2} + \frac{m_3^2}{m_c^2} = \frac{3}{2} +$$

$$+\frac{1}{2}(\sin 2p_1 + \sin 2p_2 + \sin 2p_3)\sin 2nt -$$

$$-\frac{1}{2}(\cos 2p_1 + \cos 2p_2 + \cos 2p_3)\cos 2nt.$$

Het punt zal zich dus bewegen over de ellipsoïde:

$$\frac{m_1^2}{m_a^2} + \frac{m_2^2}{m_b^2} + \frac{m_3^2}{m_c^2} = \frac{3}{2}$$

wanneer $(\sin 2p_1 + \sin 2p_2 + \sin 2p_3) \sin 2nt - (\cos 2p_1 + \cos 2p_2 + \cos 2p_3) \cos 2nt = 0$.

Voor veranderende waarden van $\sin 2nt$ en $\cos 2nt$ is dit slechts mogelijk wanneer:

$$\sin 2p_1 + \sin 2p_2 + \sin 2p_3 = 0 \quad \Big| \quad \cos 2p_1 + \cos 2p_2 + \cos 2p_3 = 0$$

$$\frac{\delta \sin^2 p_1}{\delta p_1} + \frac{\delta \sin^2 p_2}{\delta p_2} + \frac{\delta \sin^2 p_3}{\delta p_3} = 0 \quad \Big| \quad \begin{array}{l} \cos^2 p_1 + \cos^2 p_2 + \cos^2 p_3 = \\ = \sin^2 p_1 + \sin^2 p_2 + \sin^2 p_3. \end{array}$$

$$\frac{d}{\delta p_1 \delta p_2 \delta p_3}(\sin^2 p_1 + \sin^2 p_2 + \sin^2 p_3) = 0$$

dus: $\sin^2 p_1 + \sin^2 p_2 + \sin^2 p_3 = C = \cos^2 p_1 + \cos^2 p_2 + \cos^2 p_3$

of $\cos 2p_1 + \cos 2p_2 + \cos 2p_3 = 0$.

Door geschikt het nulpunt der tijdrekening te kiezen, kunnen we steeds één der cosinus $= 0$ maken. De twee overblijvende cosinus moeten dan bovendien gelijk en tegengesteld wezen, b.v. $\cos 2p_2 = -\cos 2p_3$.

Maar dan moet $p_2 + p_3 = \frac{2n+1}{2}\pi$.

Het centrum van de ellipsoïde $\frac{m_1^2}{m_a^2} + \frac{m_2^2}{m_b^2} + \frac{m_3^2}{m_c^2} = \frac{3}{2}$ is gelegen

in een rasterpunt en de ellipsoïden der verschillende rasterpunten raken elkander in de punten $m_a\ m_b\ m_c$ (fig. 19). Elk der ellipsoïden doordringt 8 topische tetraëders en 4 topische octaëders.

De ellipsoïde $\frac{m_1^2}{m_a} + \frac{m_2^2}{m_b^2} + \frac{m_3^2}{m_c^2} = \frac{3}{2}$ noem ik de *„ideale kinetische sfeer"* van het massapunt.

Treft een warmtegolf het kristal en ontvangt het daardoor nieuwe energie zoo vergrooten zich de amplituden der trillingen en botsen de deeltjes het eerst op de plaatsen waar de kinetische sferen elkaar bijna raken d.w.z. in de punten $m_a\ m_b\ m_c$

Is de warmtetoevoer zeer geleidelijk geweest, zoo geschiedt dit botsen tangentieel aan de ellipsoïden. De phase verschuift en elk massapunt beschrijft over een vergroote ellipsoïde een ellips in een ander diametraalvlak.

Zijn de ellipsoïden uitgezet over meer dan $^1/_4$ van den diameter van het massapunt, dat ik me hiertoe voorloopig bolvormig denk, dan bestaat de kans dat door het botsen twee massapunten van arbeidsveld verwisselen, d.w.z. in elkaars kinetischen sfeer worden overgelicht.

De raakpunten der ellipsoïden zijn geschikte wisselpunten en zij maken het diffundeeren van vaste lichamen in elkander verklaarbaar.

Is dit vermoeden juist dan wordt de diffusie bevorderd door plotselinge temperatuurveranderingen van het contactvlak, wat thermoëlectrisch is te verwezenlijken of door snel wisselende drukveranderingen, zooals longitudinale triilingen veroorzaken.

Ook het grofkorrelig worden van metalen door trillingen wordt dan duidelijker, want kinetisch evenwicht is eerst dan aanwezig wanneer het geheel éénzelfde enkelvoudig raster opbouwt d.w.z. één kristal.

Grondgedachte van deze kinetische structuur-hypothese is dus, dat elk massapunt door zeer snelle trillingen zich een arbeidsveld afbakent, dat voor enkelvoudige trillingen van dezelfde periode, een ellipsoïdische gedaante aanneemt.

De besproken topische tetraëder bezit uit het onnoembaar aantal tetraëders in hetzelfde raster doorgaans den vorm die de topische ellipsoïde tot den bol doet naderen. Voorloopig kan de splijtbaarheid den tetraëder ondubbelzinnig blijven bepalen. Meestal bezit deze tetraëder tevens de gemiddeld kleinste ribben d.w.z. de kleinste parameters van het raster.

Zijn $\alpha\ \beta\ \gamma$ de topische hoeken (fig. 18) van het raster en $\chi\ \psi\ \omega$ de topische parameters, zoo wordt p_{xyz} de lengte van den parameter tusschen den oorsprong en het punt $x\ y\ z$, wanneer $p^2_{xyz} = x^2 . \chi^2 + ij^2 . \psi^2 + z^2 . \omega^2 + + 2\ ijz . \psi\ \omega \cos \alpha + 2\ zx . \omega\ \chi \cos \beta + 2\ x\ ij . \chi\ \psi \cos \gamma$.

De zes kleinste waarden onder deze helpen dan meestal de tetraëder opbouwen.

EEN PALAEOGEOGRAPHISCHE GEVOLGTREKKING IN VERBAND TOT DE KRISTALLIJNE SCHISTEN-FORMATIE VAN MIDDEN CELEBES.

DOOR

E. C. ABENDANON.

Van de golf van Boni tot die van Tomini strekt zich door geheel Midden Celebes, ten O., maar vooral ten W. van het Posso-meer een formatie uit van kristallijne schisten. Zij zijn sterk geplooid en wisselen in stand af van horizontaal tot verticaal. Dit gebied werd in oligoceenen tijd vrijwel volmaakt gepeneplainiseerd en deze schiervlakte in het jong-Tertiair en Pliopleistoceen tot 2000 M. boven zee opgeheven. Het spreekt vanzelf, dat het daarom door de erosie zeer diep werd ingesneden. In enkele dier insnijdingen werd duidelijk een O.-W. gestrekte stand der lagen waargenomen, welke de oudste plooiingsrichting bleek. Vooral ten W. van het Posso-meer komt dit gebied thans uit als een afzonderlijke geographische eenheid. Ik gaf aan dat tektonisch interessante bergland den naam van *Fennema*-gebergte.

Ten W. daarvan sluit, al dan niet door depressies ervan gescheiden, het *Molengraaff*-gebergte aan. Dit bestaat uit gneizen: biotiet- en amfiboolgneizen, amfibolieten, granieten, en effusiefgesteenten. Het heeft het schiervlakte-karakter minder goed bewaard behouden en bereikt ook in zijn hoogste toppen hoogten van ruim 3000 M.

Nergens in den Archipel schijnt het gneis- en schisten-gebied zoo'n groote oppervlakte in te nemen als in Midden Celebes.

Vooral de eigenlijke schisten-formatie kenmerkt zich door een bijzonderen rijkdom van rotssoorten [1]).

Uit het *Fennema*-gebergte werden bekend: *fylliet, zijdeglanzende fylliet, fylliet met veel kwartstusschenlagen, grafiethoudende fylliet, piëmontiethoudende sericietschist* en *ottrelietsillimanietcordiërietschist* (IIa), *glimmerschist* (overgang tot fylliet), *glimmerschist, muscovietschist, grafiethoudende glimmerschist, grafietglimmerschist, grafiethoudende granaatglimmerschist,*

[1]) De achter de gesteentenamen tusschen haakjes geplaatste cijfers en letters hebben betrekking op GRUBENMANN'S indeeling in zijn „Die kristallinen Schiefer", deel II, 1907, b. 172—175. Het cijfer is dat zijner groepen I tot XII; de letters a, b, c komen overeen met zijn bovenste, middelste of diepste zone.

granaatglimmerschist, granaathoudende glaukofaanglimmerschist, glaukofaanglimmerschist, gneis (overgang tot muscovietschist), *glaukofaanhoudende muscovietgneis* (overgang tot glimmerschist), *grafiet- en orthoklaashoudende glimmerschist* (overgang tot grafietgneis), *grafietgneis, grafiethoudende conglomeraatgneis, glaukofaanhoudende gneis, toermalijngneis* en *albietgneis*, (IIb), *glaukofaanschist* (IVa), *chlorietschist* (Va), *kwartsrijke glimmerschist* (IIb—VIIIb), *glimmerkwartsietschist, glimmerhoudende kwartsietschist, muscovietkwartsietschist, muscoviethoudende kwartsietschist, ottreliethoudende kwartsietschist* en *kwartsietschist* (VIIIb), *kalkglimmerschist* (IXb—Xb), *kristallijne glimmerkalksteen* en *marmer* (Xb).

De meerderheid dezer gesteenten behoort tot de tweede of achtste groep, en wel tot de bovenste en middelste zone. Zij doen zich aldus kennen als metamorphe klei- en zandsteenen en kleizandsteenen. Daarnaast spelen metamorphe kalkzandsteenen en kalksteenen, dus gesteenten van de negende en tiende groep, ten deele uit de bovenste en grootendeels uit de middelste zone, een zekere rol. Vooral komen deze voor langs den O. kant van het Posso-meer en ten N. daarvan.

Verbonden met deze sedimentogene schisten zijn ook nog andere aanwezig, welke van meer of min basische eruptiva en hunne tuffen afkomstig moeten zijn. Met enkele uitzonderingen uit de middelste, behooren zij veelal tot de bovenste zone. Vertegenwoordigd zijn gesteenten uit de groepen III (plagioklaasgneizen), IV (metamorphe gabbroïde gesteenten) en V (magnesiumsilicaatschisten). Van de laatste groep is de middelste zone alleen en sporadisch te herkennen ten W. van het eigenlijke schisten- of *Fennema*-gebergte, waarin vertegenwoordigers der bovenste zone meer aanwezig zijn. In het algemeen mag men dus zeggen, dat de metamorphe basische eruptiva tot de hoogere etages der schisten-formatie gerekend moeten worden.

Inderdaad hebben de terreinonderzoekingen in het *Fennema*-gebergte en die ten O. van het Posso-meer aan het licht gebracht, dat men — weder in het algemeen gesproken — van het O. naar het W. steeds diepere etages der schisten-formatie aantreft. Van boven naar beneden kan men de volgende etages onderscheiden:

1a. kleilei,
1. bovenste sericietschist en fylliet-serie,
2. glaukofaan- en talkschisten,
3. glimmerkalksteen,
4. benedenste fylliet-serie,
5. kwartsietschist,
6. glimmerschist,
7. paragneis.

Hieruit volgt, dat de glimmerkalksteen en de metamorphe basische

eruptiva dus in hoofdzaak ingeschakeld zijn in de fylliet-serie. Zien wij voorts af van de etages 1a en 7, welke van weinig beteekenis zijn: de eerste in het Langgadopi-gebergte ten O. van het Posso-meer, en de tweede slechts plaatselijk aanwezig in het westelijkste deel van het *Fennema*-gebergte, dan kunnen wij de glimmerschist-formatie in drie serie's verdeelen, en wel:

a. de fylliet-serie, welke naar boven overgaat in kleileien, en de inschakelingen der bovengenoemde etages 2 en 3 bevat;

b. de kwartsietschist-serie, vooral ontwikkeld in het Koro-oeë-gebergte; en

c. de glimmerschist-serie, welke naar beneden eenige paragneizen bevat.

Thans rijst de vraag: Welke is de ouderdom dezer formatie?

De aanwezigheid en de samenstelling der schisten-formatie in Midden Celebes werden voor het eerst ten deele bekend door de gesteenteverzamelingen der SARASIN's en van Dr. ALB. C. KRUIJT, respectievelijk in het voorjaar en het najaar van 1895. Over de laatste verzameling bestaat een publicatie van Prof. Dr. A. WICHMANN [1]), waarin wij op b. 6 lezen:

„Aus den im Vorstehenden dargelegten Verhältnissen geht hervor, dass der zentrale Teil von Celebes sich im wesentlichen aus krystallinischen Schiefern zusammensetzt und diese Formation hier in einer Ausdehnung gefunden wird, wie sie auch nur annähernd in keinem Teile des Indischen Archipels vorkommt. Wenn wir von den Radiolariengesteinen vorläufig absehen, so sind zwischen dem Archaicum und dem jüngsten Tertiär keinerlei Ablagerungen vorhanden, so dass diesem Inselkern ein sehr hohes Alter zukommt."

De overwegingen, welke hem er toe hebben geleid voor de schistenformatie een archaeischen ouderdom aan te nemen, worden door WICHMANN niet medegedeeld.

De SARASIN's [2]) laten zich over dit punt niet uit. Wij lezen bij hen slechts:

„Die Kettengebirge bestehen aus krystallinischen Kernen oder aus Urschiefern und verwandtem."

KOPERBERG meldt in het geheel niets over zijne meening betreffende den ouderdom der door hem in 1900 bij het Posso-meer waargenomen glimmerschisten.

AHLBURG [3]) rekent ze tot het Archaeicum en Palaeozoïcum, doch ook hij motiveert zijn meening niet. Voorts voegt hij, deels naar onjuiste citaten [4]), deels naar onvoldoende gegevens, eveneens peridotiet-gesteenten

[1]) Der Posso-See in Celebes, Overdruk uit Dr. A. PETERMANN'S Geogr. Mitteilungen, 1896, Heft VII, b. 1—6.

[2]) Dr. PAUL und Dr. FRITZ SARASIN, Entwurf einer geographisch-geologischen Beschreibung der Insel Celebes, 1901, b. 297.

[3]) J. AHLBURG, Versuch einer geologischen Darstellung der Insel Celebes, 1913, b. 140—142.

[4]) Zie bijv. b. 93: „Innerhalb der Peridotite wurden mehrfach Einlagerungen von kristallinen Kalke und Kalkglimmerschiefern angetroffen", hetgeen onjuist is overgenomen van de SARASIN's.

bij de schisten, en voorts de aldus door hem genoemde Tinombo-formatie (b. 141), waarvan hij den palaeozoïschen ouderdom vermoedt. Hij identificeert de schisten met VERBEEK's „oude schieferformatie" (b. 140), wat mij ook niet juist voorkomt.

Hoe denken andere onderzoekers over den ouderdom van kristallijne schisten in andere deelen van den Archipel?

VERBEEK [1]) deelt mede, dat op Sumatra's Westkust (b. 153) de oude schiefer- en kwartsietformatie kleischiefers bevatten, en ook veel kwartsieten; minder belangrijk zijn: hoornblende-, chloriet-, en talkschiefer. De oude schiefers (b 175) worden alle *discordant* bedekt door kolenkalksteen. Als oudste gesteente wordt de gneis van Sibelaboe (b. 176) tot de oude lei-formatie gerekend, doch glimmerschiefers ontbreken geheel. Wij lezen dan verder bij VERBEEK (b. 176):

„De vereeniging der oudste gesteenten zooals ik die in Zuid-Borneo vond (Jaarboek Mijnwezen, 1875, Deel I [2]), namelijk hoornblendeschiefer, dikke lagen van een zeer lichtkleurigen kwartsiet, en glimmerschiefer, doen mij veel meer aan een azoïsch gesteentecomplex denken dan de beschrevene Sumatra-gesteenten. Een klein gedeelte, b.v. de gneiss van Sibelaboe, kan echter mogelijkerwijze azoïsch zijn, maar de andere gesteenten schijnen mij voor het meerendeel stellig jonger, palaeozoïsch, te wezen.

Alle verdere speculatie over den ouderdom der verschillende schiefers, alleen op grond van het petrographisch karakter, komen mij onvruchtbaar voor. Zoolang geen discordante ligging van schieferpartijen onderling is waargenomen, en zoolang geen versteeningen zijn gevonden, is eene zifting der oude schiefers in verschillende formatiën niet mogelijk, en moeten wij ons vergenoegen met het resultaat, dat wellicht *een gedeelte der schiefers azoïsch, het meerendeel echter silurisch of devonisch, of beide, zal wezen.* Het voorkomen van talrijke goudhoudende kwartsgangen maakt voor een groot gedeelte der schiefers een silurischen ouderdom waarschijnlijk."

Ook in Zuid-Sumatra vond VERBEEK de oude leiformatie (Jaarboek Mijnwezen, 1881, Deel I, b. 89—96), en spreekt daarbij het vermoeden uit met een silurische groep en met een devonische, wellicht ten deele nog jongere, groep te maken te hebben.

Van den Karimoen djawa-archipel vermelden VERBEEK en FENNEMA [3]) „kwartsieten en kleischiefers", welke ook op Banka, Billiton en Borneo optreden en door hen ook tot „de oude schieferformatie" worden gerekend.

Wij lezen bij VERBEEK (b. 20):

---

[1]) Dr. R. D. M. VERBEEK, Topographische en geologische beschrijving van een gedeelte van Sumatra's Westkust, 1883.

[2]) Wij lezen daar (b. 28—33) over de „kristallijne leiën, welke (in het gebied der kaart) slechts ten Z. van het Bobaris-gebergte aan den dag komen... Het grootste gedeelte dezer gesteentepartij bestaat uit glimmerlei, welke hier en daar afwisselt met hoornblendelei, kwartsietlei en dikke kwartsietlagen...; scherp van elkaar gescheiden zijn die gesteenten niet."

Wij hebben ongetwijfeld te maken met een gesteentenserie, welke volkomen overeenkomt met de kristallijne schisten-formatie van Midden Celebes.

[3]) Geologische beschrijving van Java en Madoera, 1896, Dl. I, b. 264, en Dl. II, b. 886.

„Op het kaartje No. I is te zien dat Bangka en Billiton [1]) met de omringende eilanden, behalve uit graniet, uit één en dezelfde sedimentaire formatie bestaan. De ouderdom van deze formatie, die hoofdzakelijk uit zandsteenen, kwartsieten en kleischiefers is samengesteld, is onbekend, daar nog nergens karakteristieke versteeningen zijn aangetroffen. Waarschijnlijk is zij grootendeels even oud als de „oude schieferformatie" van Sumatra's Westkust, die daar ouder is dan de kolenkalk. Men kan dus alleen zeggen, dat de sedimentaire lagen van Bangka en Billiton grootendeels paleozoïsch zijn, silurisch of devonisch, de bovenste lagen wellicht carbonisch."

Eigenlijke glimmerschisten komen onder deze gesteenten van Sumatra, Banka en Billiton, en Karimoen djawa niet voor.

Dit is wel het geval met VERBEEK's vondsten in de Molukken [2]). Hij noemt: „gneis, glimmerschiefer, kwartsietschiefer", enz., ook „phylliet en kleischiefer", en meent, dat onder deze „oude leigesteenten zonder versteeningen, van onbekenden ouderdom waarschijnlijk zoowel archeïsche als oud-paleozoïsche gesteenten zijn". Hij identificeert ze met de oude leigesteenten van Sumatra enz., classificeert de eigenlijke glimmerschisten met de kleileien en kwartsieten tot één groep en maakt dus niet meer de reserve als voor de kristallijne schisten van Zuid Borneo.

MOLENGRAAFF [3]) acht het waarschijnlijk, doch niet geheel zeker, dat een deel der door hem in Borneo aangetroffen kristallijne schisten „echte kristallijne leien zijn en dus tot de archaeische formatie mogen worden gebracht". Voor andere soortgelijke gesteenten „is het deels nagenoeg zeker, deels waarschijnlijk, dat het gesteenten van geringeren ouderdom zijn, die door verschillende invloeden, bergdruk en contact met intrusieve gesteenten, zijn gemetamorphoseerd en petrographisch het karakter van kristallijne leien hebben verkregen".

Hij scheidt de kristallijne schisten af van „de oude lei-formatie", waartoe hij (b. 435) een „zijdeglanzende phyllitische kleilei" brengt, welke hij, evenals WING EASTON [4]) reeds voor hetzelfde gesteente deed, tot het Palaeozoïcum rekent.

Soortgelijke zijdeglanzende fyllieten werden door mij in het Latimodjonggebergte gevonden.

MARTIN [5]) noemt van Ceram cordiërietgneis (b. 128), en een zeer uitgestrekte formatie van glimmerschisten en (ondergeschikt van) fyllieten. Aanwezig blijken een- en tweeglimmerschisten en grafietglimmerschist, welke soms gneisachtig worden, voorts granaatglimmerschist, kwartsietschist

---

[1]) Dr. R. D. M. VERBEEK, Geologische beschrijving van Bangka en Billiton, Jaarboek Mijnwezen, 1897.

[2]) ———, Molukken-Verslag, 1908, b. 738—739.

[3]) Dr. G. A. F. MOLENGRAAFF, Geologische Verkenningstochten in Centraal-Borneo, 1900, b. 434.

[4]) N. WING EASTON, Geologie eines Teiles von West-Borneo, Jaarb. Mijnw., 1904, b. 211.

[5]) K. MARTIN, Reisen in den Molukken, Geologischer Theil, 1903.

en kwartsiet. Op grond van het geographische voorkomen acht hij den cordiërietgneis het oudste lid van beide gesteentegroepen. Wij lezen dan op b. 131:

„Die Glimmerschiefer und zugehörigen Phyllite stellen vermuthlich das jüngste Glied der archaeischen Formationsgruppe Serans dar, da sie von einem mächtigen System von Grauwacken [1]) überlagert werden; für die Annahme, dass sich unter ihnen auch postarchaeische Sedimente befinden möchten, fehlt bis jetzt jeder Grund."

Evenals VERBEEK in zijn Molukken-Verslag deed, voegt W. VOLZ [2]) de kristallijne schisten weder tot „de oude schieferformatie", welke hij „maleische formatie" noemt. Misschien nog uitgestrekter dan in Midden Celebes is het voorkomen van deze gesteenten in N. Sumatra. VOLZ noemt gneis als „Unterlage des Wilhelmina-Gebirges", doch veel meer komt glimmerschist (betrekkelijk glimmerarm) voor, en in de Bataklanden oude leigesteenten. Wij lezen bij hem op b. 186:

In den Batakländern (wie auch wahrscheinlich in Mittel-Sumatra) lagern diese alten Schiefer konkordant auf den Glimmerschiefern; so musz man sinngemäsz die malaiische Formation als präkambrisch ansprechen, allerdings mit dem Vorbehalt, dasz die obere Grenze der malaiischen Formation unbekannt ist, dasz sie also bis in das Kambrium hineinreichen kann, ja vielleicht auch in das Silur oder gar Devon sich erstrecken könnte (obgleich ich letzteres für unwahrscheinlich halte)."

Hij beschouwt de glimmerschisten als het diepste lid der maleische formatie en komt tot de volgende indeeling:

bovenste afdeeling: hoofdzakelijk leiachtig,
middelste „ : „ kwartsietisch,
onderste „ : „ glimmerschisten.

Van het Gajoland [3]) noemt hij gneis, dat over vrij groote uitgestrektheid voorkomt, de archaeische basis. Met eenig voorbehoud meent hij, dat de gneizen en glimmerschisten in hunne liggingsverhoudingen met elkaar overeenkomen. Een deel der gneizen meent hij evenwel als metamorphen graniet te moeten opvatten (b. 260). Doch de glimmerschisten („allenthalben augenscheinlich jünger als der Gneis") rekent hij weer tot de maleische formatie, evenals een dikke serie van kwartsieten en kleileien, welke de grootste uitgestrektheid hebben onder de oudste gesteenten van het Gajoland (b. 263). Wij lezen op b. 264—265:

„Mit groszer Deutlichkeit tritt die Konkordanz zwischen den alten Schiefern und den Glimmerschiefern an verschiedenen Orten zutage, so dasz wir also wohl zu dem Schlusz kommen müssen, dasz die Glimmerschiefer und die malaiischen Schiefer einer groszen Serie angehören."

---

[1]) Loc. cit., b. 133, waar van de grauwacken geschreven staat: „Andererseits tritt im Hangenden der Grauwacken ein mächtiges Schichtensystem auf, welches nach seinen organischen Einschlüssen nicht älter als mesozoisch sein kann; man wird also jene gleich den entsprechenden Gesteinen Europa's als palaeozoisch bezeichnen dürfen. Eine nähere Altersbestimmung der Grauwackengesteine von Seran ist indessen vorläufig unmöglich."

[2]) Nord-Sumatra, I, 1909, b. 185—187.

[3]) Nord-Sumatra, II, 1912, b. 259—265.

Deze serie is volgens VOLZ dan hoofdzakelijk precambrisch, en terecht merkt hij op (b. 265):

„Ehe wir auch kambrische und eventuell sogar silurische Schiefer abgrenzen, müssen wir den Beweis dafür antreten".

Buitengewoon waarschijnlijk acht hij het evenwel, dat bij deze schiefers ook jongere gesteenten begrepen zijn, in het bijzonder mesozoïsche, welke dynamometamorph veranderd zijn. Reeds in 1895 (Jaarb. Mijnw., Wet. Ged., b. 155) had WING EASTON als zijn meening uitgesproken, dat een deel der „oude" Sumatra-Schiefers best mesozoïsch kon zijn.

TOBLER [1]) gaat nog een stap verder, en schrijft over de „oude leien":

„De z.g. „oude leien" (= de „maleische schiefers" van VOLZ) zijn meestal dynamometamorphe, op Bündnerschiefer gelijkende leien met ingesloten zandsteen- en kwartsietlagen. Zij werden tot dusver door de auteurs tot de precarbonische formaties gerekend. Het is echter zeker, dat zij, althans gedeeltelijk, van mesozoïschen ouderdom zijn."

Van glimmerschisten is hier in het geheel geen sprake; bovendien mag de vraag worden gesteld, of deze serie inderdaad wel identiek is met de door VOLZ bedoelde gesteenten.

MOLENGRAAFF [2]) vond op Letti zeer ondergeschikt eigenlijke glimmerschisten, doch meer andere schisteuze gesteenten. Wij lezen op b. 21:

„Die schisten worden door ons grootendeels als gemetamorphoseerde, basische stollingsgesteenten opgevat. Slechts weinige gesteenten in die zone (de noordelijke schistzone), zooals de kristallijne kalksteenen, mogen stellig als veranderde permische sedimenten beschouwd worden, terwijl van andere, zooals de granaat-glimmerschist, de muscoviet-biotiet-gneis en de phyllitische glimmerschist slechts ondersteld mag worden, dat zij oorspronkelijk sedimenten zijn geweest."

Met het oog op den geleidelijken overgang van onveranderde onderpermische lagen tot de gemetamorphoseerde gesteenten, rekent MOLENGRAAFF deze, evenals de eigenlijke schisten, tot het Onder-Perm.

Het blijft voor mij evenwel de vraag, of deze laatste, verre in de minderheid zijnde, gesteenten van Letti niet de resten zijn van een oudere eigenlijke kristallijne schisten-formatie.

Nog verder dan TOBLER en VOLZ gaat WARREN D. SMITH [3]) voor de metamorphe gesteenten der Philippijnen. Wij lezen op b. 11:

„Metamorphic rocks are found in scattered patches in many portions of the Archipelago, and they are naturally to be found in or flanking the mountainous areas. Some are derived from igneous rocks and some from sedimentary rocks. Their age is uncertain, many are undoubtedly Tertiary. That any of them are Archean is extremely doubtful. There are absolutely no reasons at hand now for supposing that any of those known or those that are yet to be discovered are as old as the Archean."

---

[1]) Dr. A. TOBLER, Voorloopige mededeeling over de geologie der residentie Djambi, 1912, b. 10.

[2]) Dr. G. A. F. MOLENGRAAFF, De geologie van het eiland Letti, Jaarb. Mijnw., 1914, Leiden 1915.

[3]) Handbuch der Regionalen Geologie, Heft 3, Band VI, 5, The Philippine Islands, 1910.

Doch hij geeft niet aan, waarom vele der schisten ongetwijfeld tertiair zijn, noch waarom een archaeische ouderdom ten zeerste twijfelachtig is.

In dit opzicht staat zijn meening tegenover die van SUESS [1]), die de schisten tot de oude gesteenten rekent en mededeelt (b. 280):

„Tous les observateurs sont d'accord sur ce fait, que les terrains anciens doivent être regardés comme formant non un plateau, mais une série de chaînes distinctes, dont des fragments sont d'ailleurs seuls visibles."

Het bovenstaande samenvattende, zien wij dus het volgende:

1. WICHMANN houdt de glimmerschisten van Midden Celebes voor archaeisch; MARTIN doet dit voor die van Ceram; terwijl deze gesteenten van Zuid Borneo VERBEEK aan een azoïsch gesteentecomplex doen denken; en VOLZ alleen den gneis van het Gajoland (N. Sumatra) onder het Archaeicum indeelt.

2. MOLENGRAAFF rekent de kristallijne schisten in Centraal Borneo ten deele tot het Archaeicum, ten deele tot gesteenten van geringeren ouderdom.

3. VERBEEK brengt de door hem in de Molukken gevonden gneizen en glimmerschisten samen met andere gesteenten: (donkerkleurige) kwartsieten en kleileien, tot „de oude lei-formatie", waarin hij zoowel azoïsche (bijv. den gneis van Sibelaboe) of archaeische, doch voor het meerendeel oud-palaeozoïsche elementen veronderstelt. In dit opzicht volgen hem VOLZ en AHLBURG, die aan de eigenlijke glimmerschisten ook andere gesteenten toevoegen (AHLBURG zelfs den peridotiet van O. en Z.O. Celebes), terwijl VOLZ op de duidelijke concordantie tusschen de glimmerschisten en de oude leien in het Gajoland wijst.

Opgemerkt moet hier worden, dat van geen enkel ander deel van den Archipel door een der onderzoekers een soortgelijke concordantie vermeld is.

MOLENGRAAFF scheidt in Centraal Borneo zijdeglanzende fyllietische kleileien van de daarmede niet in contact komende glimmerschisten af, en rangschikt ze onder „de oude lei-formatie."

4. De enkele echte glimmerschisten van Letti identificeert MOLENGRAAFF met de oud-permische metamorphe gesteenten.

5. Reeds door WING EASTON, maar nog stelliger door VOLZ en TOBLER worden de „oude leien" ten deele van mesozoïschen ouderdom geacht. Het is echter zeer de vraag, of zich daarbij nu nog echte glimmerschisten bevinden.

6. Ten slotte houdt SMITH voor de kristallijne schisten der Philippijnen een archaeischen ouderdom ten zeerste twijfelachtig, en noemt hij vele daarvan ongetwijfeld tertiair.

De meeningen van competente onderzoekers gaan dus uiteen van het Archaeicum tot het Tertiair; verder kan het alhaast niet.

---

[1]) ED. SUESS, La Face de la Terre (Traduit par EMM. DE MARGERIE), Tome II, 1900, b. 278.

Wat is nu onze meening?

In de eerste plaats wensch ik daarbij de vraag te stellen, of alle gesteentenseries, welke de verschillende onderzoekers onder de oude leiformatie hebben te zamen gebracht, inderdaad daartoe behooren. Wellicht zou deze vraag met meer stelligheid beantwoord kunnen worden, indien een centrale verzameling bestond. Deze bestaat evenwel niet; integendeel, de verzamelingen der verschillende onderzoekers zijn over zoovele musea verspreid, dat een vergelijkend petrografisch onderzoek van de kristallijne schisten en oude leien uit de verschillende deelen van den Ned. Ind. Archipel ten eenenmale uitgesloten is. Vast staat evenwel, dat de samenvoeging van gesteenten tot de oude lei-formatie in het algemeen geschied is op grond van negatieve kenmerken: hun „oude" habitus en hun fossielloosheid. Het is daarom mogelijk en zelfs waarschijnlijk, dat er elementen bijgevoegd zijn, welke er niet toe behooren.

Het lijkt mij voor alles noodzakelijk een scheiding aan te houden tusschen eenerzijds de gneizen en de kristallijne schisten met de daarmede samenhangende gesteenten en anderzijds de oude leien.

En dan moeten van de echte gneizen afgezonderd worden de gneisachtige gesteenten, welke bij de stolling der jonge granieten aan de randgebieden daarvan zijn ontstaan. Zij komen zeer veel voor in Midden Celebes, terwijl VOLZ ze in N. Sumatra opgemerkt meent te hebben.

Van de oude glimmerschisten dienen te worden gescheiden die uit de jongere contactgebieden, zooals bijv. de andalusietglimmerschist.

Bij de oude leien zijn, bijna zonder twijfel, gesteenten geplaatst, welke er niet bij behooren. TOBLER (evenals WING EASTON en VOLZ vóór hem) wees reeds daarop, doch hij scheidde ze niet systematisch van het begrip „oude leien" af. In VERBEEK's Molukken-Verslag (b. 738) zijn kleischiefers van Taliabo (welke plaatselijk bijna tot schrijfleien splijten; zie b. 221) onder de oude leien gerangschikt. Zij doen evenwel zoo sterk aan sommige al dan niet door graniet gemetamorphoseerde jong-cretaceïsche kleileien van het Z.westelijk deel van Midden Celebes denken, dat ik ze zonder nader bewijs zeker niet tot de oude leien zou willen blijven rekenen.

Aldus ontdaan van niet er bij behoorende bestanddeelen, is het onmiskenbaar, dat in de geologische samenstelling van onzen Archipel een element van bijzondere en algemeene beteekenis voorkomt, welke het essentieele uitmaakt der oudste vormingen. In grootere complexen komt het oudste gedeelte van dit element voornamelijk voor in N. Sumatra, Z.O. Borneo, over zeer groote uitgestrektheid in Midden Celebes, voorts op Boeroe en Ceram. In laatstgenoemd eiland en elders minder, in Midden Celebes daarentegen zeer duidelijk, kan men dit element tot zijn, ook elders op aarde, allerdiepste niveau, de gneis-formatie, vervolgen. Ook deze neemt in het *Molengraaff*-gebergte van Midden Celebes, zooals

wij zagen, een groot areaal in. Naar boven gaat dit element blijkbaar over in de oude leien, welke van vele plaatsen van den Archipel bekend zijn, doch waarvan alleen door VOLZ in N. Sumatra de concordante ligging op de glimmerschist-formatie vermeld wordt.

Er zijn dus een drietal gesteentenseries in den Archipel, welke zonder twijfel verband met elkaar houden en de basis uitmaken der overige geologische formaties.

Vooral in Midden Celebes zijn de horizontale en verticale verspreidingen, waarover de kristallijne schisten voorkomen, zoo groot, dat aan contactmetamorphe processen ter verklaring van hun ontstaan niet te denken valt. Wij moeten hier dus te maken hebben met regionale metamorphose tengevolge van zeer oude geometamorphe omstandigheden. De totale dikte der gezamentlijke schisten laat zich, zelfs niet bij benadering, schatten, doch dit is zeker, dat zij geen honderde, maar vele duizende meters bedraagt.

In de tweede plaats zou ik nu willen vragen, hoe het tektonisch verband is tusschen de kristallijne schisten van Midden Celebes en andere deelen van den Archipel.

SUESS [1]) merkte reeds op, dat MARTIN op Boeroe en Ceram een breede strook O.-W. gestrekte archaeische gesteenten aangeeft, in het bijzonder glimmerschisten, en dat [2]) soortgelijke gesteenten met dezelfde strekkingsrichting gevonden worden, niet alleen in de eilandenreeks Peling—Misool [3]), maar ook in het N.westelijk schiereiland van Nieuw-Guinea, terwijl het eiland Roon (ten O. daarvan) uit gneizen bestaat. Hij kwam uit deze gegevens tot de hypothese [4]), dat Ceram en Boeroe het vervolg vormen van de centrale bergketen van Nieuw-Guinea, en dat de eilandenreeks Peling—Misool en het N.westelijk schiereiland van Nieuw-Guinea het voorland vertegenwoordigt van het zuidelijk gelegen geplooide gebied. Dit voorland vat hij op als een oud massief (III, 3, b. 1036). SUESS zou onder één gezichtspunt willen omvatten het gebied van Celebes tot het eilandje Rossel ten Z.O. van de Z.O. punt van Nieuw-Guinea, maar hij zegt (III, 3, b. 1035):

„L'énorme distance qui sépare Célèbes de l'île Rossel (Louisiade), ainsi que les grandes lacunes dans nos connaissances, ne permettent pas d'énoncer ici des résultats certains".

En vroeger schreef hij reeds (III, 1, b. 319):

„Un fait très remarquable, c'est que toute la partie de l'archipel qui s'oriente de l'E. à l'W., entre la Nouvelle-Guinée et Célèbes, ne possède pas de volcans".

[1]) La Face de la Terre, III, 1, b. 317.

[2]) Id., III, 3, b. 1033.

[3]) Id., III, 3, b. 1036: „Des terrains anciens apparaissent dans ces îles (de Taliabo à Misool), surmontés de couches mésozoïques non plissées."

[4]) Id., III, I. b. 318 en III, 3, b. 1035.

En voorts (III, 1, b. 343):

„On ne peut dire de quelle façon la chaîne des îles orientées de l'E. à l'W. (Obi, Taliabo, etc.) se prolonge à Célèbes".

Door het Midden-Celebes-onderzoek [1]) is dit laatste nu wel te zeggen, want zeer merkwaardigerwijze herhaalt de O.-W. strekkingsrichting zich weer in de schisten- en gneis-formatie van dat landgebied, hoewel niet alleen het oude gebergte, tengevolge van de jongste tektonische gebeurtenissen in N.-Z. richting de grootste lengte heeft, maar het bovendien van het oude gebergte in de eilandenreeks in het O. gescheiden is door een onderbrekend element, nam. een massief van peridotiet. Dit gesteente speelt ook in die reeks een belangrijke rol.

Het voorloopig antwoord op de tweede vraag geeft dus aan, dat de gneis- en schistengebieden van Midden Celebes tot het eiland Roon deelen of horsten zijn van een oud massief, dat zich, weleer samenhangend, over dien afstand uitstrekte.

Waarschijnlijk, doch niet geheel zeker, is de voortzetting van dat oude, O.-W. geplooide, massief naar het W., en wel in Borneo, waar MOLENGRAAFF en anderen ook oude, ± O.-W. geplooide tektonische eenheden hebben gevonden.

Merken wij in het voorbijgaan op, dat dezelfde O.-W. richting zich nog herhaalt in het noordelijk schiereiland van Celebes en voorts in Java en de keten der kleine Soenda-eilanden.

Waarschijnlijker is de samenhang der schisten van Midden Celebes met die van Z.O. Borneo, nam. vormende de beide flanken van een tusschengelegen, ten deele onder jongere sedimenten of de zee verdwenen, kern van gneis.

Wij zagen reeds, dat de dikte der gezamenlijke kristallijne schisten van Midden Celebes in de duizende meters loopt, een dikte, welke op dat eiland of elders in den Archipel noch door de afzettingen van het secondaire noch door die van het tertiaire tijdvak bereikt wordt. Zoo worden onze gedachten naar de premesozoïsche tijden geleid om de tijdsruimte der vorming van deze schisten-formatie te vinden.

In de derde plaats stellen wij daarom de vragenserie: hoe staat het met de verspreiding van de oudste formaties *buiten* het gebied van den Archipel?; waar doen zij voor het eerst door de aanwezigheid van fossielen hun ouderdom met zekerheid kennen?; en welke geometamorphe condities hebben daar geheerscht in vergelijking met die van den Archipel? Wij willen ons dus door de overweging laten leiden, dat indien die condities buiten den Archipel gunstiger zijn geweest voor het behoud van oud-

---

[1]) E. C. ABENDANON, Geologische en geographische doorkruisingen van Midden Celebes, 2 dln., 1915.

palaeozoïsche fossielen er een motief te minder is om aan te nemen, dat deze in den Archipel, ook oorspronkelijk, niet aanwezig waren.

Wij laten ons bij het zoeken naar het antwoord op de gestelde vragen door SUESS leiden.

In het oostelijk deel van Nieuw-Guinea komen zeer veel geplooide en sterk opgerichte [1]) oude gesteenten voor, waartoe de hoogste gebieden in het binnenland behooren, zoo bijv. in het Owen-Stanley-gebergte, bij Adolf-Haven en den Z. kant der Huon-golf.

Men vindt ze ook weer terug in het noordelijk deel van Nieuw-Caledonië en wel langs de N.O.kust met strekkingsrichtingen van N.20°—55°O.

Stappen wij van Nieuw-Guinea over op Australië, dan leert SUESS ons in dat werelddeel een uitgestrekt centraal plateau kennen, bestaande uit graniet, gneis, oude leien en een zeer ontwikkeld dek van „Desert sandstone" (b. 243—244). Het strekt zich uit tot de W.kust van Australië, waar het naar den Indischen Oceaan steil is afgesneden. Op 25°15′ Z.Br. werd aan dien kant een carbonische serie gevonden (b. 243).

Het oostelijk deel van Australië wordt daarentegen grootendeels door geplooide ketengebergten ingenomen en voor de eerste maal vinden wij nu het Siluur in het schiereiland Yorke (± 137½° O.L. en 35° Z.Br.), dat de Spencer's en St. Vincent-golven van elkaar scheidt (b. 246). Ten N. van laatstgenoemde golf strekt de Flinders-keten zich naar het N. en N.W. uit; daarin komen oude leien en kwartsieten voor (b. 247). Meer naar het O. blijken de oude gesteenten in de Barrier- en Grey-ketens dezelfde te zijn (b. 247). Dan komen wij in de groote Australische Cordillera, en nu meldt SUESS (b. 248):

„Des granites, des porphyres, des terrains cristallins, siluriens et dévoniens extrêmement plissés [2]), généralement même redressés jusqu' à la verticale, constituent le noyau de la Cordillère. . . . Le Carbonifère est presque horizontal".

Ik vestig de aandacht op het feit, dat in dit sterk te zamen geplooide ketengebergte het Siluur en Devoon als zoodanig door hunne fossielen herkenbaar zijn gebleven.

Volgen wij SUESS in versneld tempo in zijn verder overzicht der Cordillera. Voor Tasmanië lezen wij (b. 251—252):

„Du granite, des schistes cristallins et du Silurien s'y montrent redressés presque verticalement, suivant une direction méridienne; le Carbonifère, tant sous le faciès maritime que sous le faciès continental, recouvre en discordance ces terrains anciens."

In O. Victoria alweder min of meer verticale zones van graniet, gneis en Siluur (b. 252). En zoo komen wij, N.waarts voortgaande, in Nieuw-Zuid-Wales, waar N.-Z. gestrekte zones van graniet en sterk geplooid [2]) Siluur, en enkele zones van Devoon en ouden porfier de O.kust vormen

---

[1]) SUESS, loc. cit., III, 3, b. 1026—1030.

[2]) Ik spatieer.

tot de Bateman-baai (35°40'Z.Br.). Naar het N. verwijdert deze reeks zich van de kust en verdwijnt allengs onder horizontaal gelegen Carboon (b. 253—254). Doch oostelijker begint een nieuwe reeks van graniet en Siluur, welke zich N.waarts naar Queensland voortzet (b. 254). In het N. van Nieuw-Zuid-Wales bestaat de New-England-reeks uit geplooide onder-palaeozoïsche lagen met een kern van hooge graniet bergen (b. 254). Naar het N. neemt de graniet af en het geplooide Devoon sterk toe (b. 255). Naar het W. verdwijnt de Cordillera onder het dek van den „woestijn-zandsteen", dat zich uitstrekt tot de golf van Carpentaria; op enkele punten steken nog zones van graniet en palaeozoïsche sedimenten uit dit dek op (b. 255). Tusschen 22°30' en 22° Z.Br. vindt men nog enkele devonische en silurische lappen, maar ten N. van 22° Z.Br. bestaat de kust N.waarts, voor zoover zij bekend is, uit graniet-gesteenten, evenals ook de eilanden in de Torres-straat tusschen kaap York en Nieuw-Guinea (b. 256).

Wenden wij ons thans naar de andere zijde van den Archipel, namelijk naar het N.W., naar Z.O. Azië. Wat vinden wij daar?

Reeds lang is het, boven de zee bovendien zichtbare, verband bekend van den Ned. Ind. Archipel door Banka en Billiton en over het Maleische schiereiland met het vasteland van Z.O. Azië. Het graniet-gebied van die tineilanden zet zich over de Z. punt van evengenoemd schiereiland, waar bij Singapore ook zandsteenen en oude leien [1]) worden gevonden, N.W.-waarts voort. Even ten W. van de meridiaan van 100° O.L. buigt deze graniet-reeks N.waarts om en eindigt in die richting in het eiland Kaw Tau in de golf van Siam (SUESS, III, 1, b. 303). Naar het W. volgt een depressie, waardoor de Bandon-rivier vloeit (b. 303). Ten W. daarvan zet een volgende graniet-reeks zich N.waarts voort als een overgangslid tot het Birmaansche ketengebergte (b. 303). Bij Tenasserim op de landengte ten O. der Mergui-eilanden komt dan Boven-Carboon voor (b. 303), alsook archaeische gesteenten (I, b. 599). Dit Boven-Carboon schijnt zich N.waarts zeer ver uit te strekken in de vallei der Salwen-rivier en o.a. bij Maulmeïn (Moulmein, op ± $16^1/_2$° N. Br.) in den vorm van kalksteenen een groote uitgestrektheid in te nemen (b. 599). Toch bestaat deze oostelijke zone der Birmaansche ketens, welke wij allengs hebben bereikt, voornamelijk uit archaeïsche gesteenten (b. 593). Ten O. van Moulmein zetten zich de ketens N.- en N.N.O.waarts voort tot voorbij Xieng-sen, in het N. van Siam aan de Mékong gelegen (III, 1, b. 290). Daarmede samenhangende ketens tusschen Xieng-sen en Vien-tiane (meer stroomaf, eveneens aan de Mékong gelegen) zijn N.O.-Z.W. gestrekt en verdwijnen in het Z.O. en Z., in hoogte

---

[1]) SUESS, I, b. 600, en III, 1, b. 303. Zie ook VERBEEK, Molukken-Verslag, b. 739—740 over het voorkomen van jurassische lagen in deze serie.

afnemend, geleidelijk onder de vlakte van Siam (b. 290). Verder naar het Z.O. volgt dan een uitgestrekt onbekend gebied, Siam, dat samenhangt met en door een groote verspreiding van granuliet en graniet overgaat in het lage oude masief van Cambodja, waarover nader (b. 290—291). Vervolgen wij eerst nog de Birmaansche ketens naar het N.

De kalksteenen van Moulmein schijnen volgens GRIESBACH in het N. samen te hangen met het Shan-plateau, waar de kalksteen geplooid en permisch is, en de plooien geabradeerd zijn (III, 1, b. 281). Over lange, N.-Z.gestrekte reeksen van kristallijne schisten en vervolgens van gneis, bereiken wij daarna Mandalay aan de Irawadi. En nu vinden wij in de Noordelijke Shan-Staten eindelijk weer de oudste fossielhoudende lagen terug, welke wij op 22° Z Br. aan de O.kust van Australië verlaten hebben, want wij lezen bij SUESS (III, 1, b. 278):

„Le chemin de fer et la route qui, de Mandalay, ont été construits vers le N.E., par Thibaw jusqu'au bac de Kunlon [1]) sur la Salouen, longent sur de grandes distances la direction (N.N.E. ou E.N.E.) des roches. Les terrains les plus anciens sont à l'Ouest; au voisinage de Mandalay se montrent les couches inférieures de la série, peut-être cambriennes, puis le Silurien inférieur, le Silurien supérieur, un grès rouge pincé dans les plis, et enfin la plaine récente de la Salouen . . . . . Le Silurien, affecté de plis, présente une grande variété de faciès". [2])

In het evengenoemde kalksteen-complex van het zuidelijker gelegen Shan-plateau heeft men de silurische fossielen uit het N. der Shan-Staten nog niet teruggevonden (III, 1, b. 281).

Van Kun-long (Kunlon) overschrijden wij NW.waarts de hooge ketens tot Bhamo aan de Irawadi, en treffen zoodoende het Siang-Chan-gebergte aan, dat zich naar het N. voortzet (b. 277). Het bestaat uit gneizen en kristallijne schisten en voor een groot deel uit graniet (b. 277). Ten W. daarvan grenst een Carboon-strook (b. 277). Nu weer N.O.waarts overstekend naar Ta-li-fou, kruisen wij het evengenoemde gebergte van oude kristallijne gesteenten, dat zich uitstrekt tot dichtbij de Salwen op ± 25°N.Br. Tusschen deze rivier en Young-tchang-fou vond LÓCZY bij Poupiao (± 25°N.Br.) weder het Siluur, terwijl hij oostelijker (ten O. van Young-tchang-fou) Boven-Carboon aantrof (b. 276—277). Deze geplooide palaeozoïsche zone ligt tusschen de Salwen- en Mékong-rivieren (b. 276). Ten O. van de Mékong volgt eerst een breede zone van Flyschachtigen zandsteen, dan de Tsang-Chan-keten van kristallijne schisten, en eindelijk een strook, voornamelijk van Boven-Carboon, welke zich van Ta-li-fou N.waarts uitstrekt tot Batang (b. 276).

---

[1]) Kun-long, even ten Z. van den Kreeftskeerkring.
[2]) Ik spatieer.

Wij zullen ons overzicht niet verder N.waarts uitstrekken, doch ons beperken tót een paar opmerkingen. Naar het N. rust het Boven-Carboon, dat een zeer aanzienlijke rol speelt, discordant op een oudere geplooide palaeozoïsche serie; het gebied is later ook weer geplooid, en komt in zijn tektonische geschiedenis dus overeen met vele andere gebieden van Eurazië (b. 276). Ver naar het N. en N.O. in Midden China komen ook gneis en kristallijne schisten eenerzijds en het oudste Palaeozoïcum anderzijds voor, alles sterk te zamen geknepen, in vele elkaar opvolgende bergreeksen. In het W. treden voornamelijk Siluur en Devoon op (b. 266—275); in het O. Cambrium, Siluur en Devoon (b. 294—295). In Midden- en Noord-China komen de oud-palaeozoïsche formaties over zeer groote uitgestrektheden voor, aangetoond door VON RICHTHOFEN [1]), B. WILLIS [2]), mij [3]), en anderen. Zie ook hetgeen SUESS schreef over het Cambrische Ordos-plateau ten N. van den Tsing-ling-chan (II, b. 303 e.v., en III, 1, b. 252 en 263), waar niet geplooid Cambrium discordant rust op geplooide archaeische formaties.

Veel zuidelijker (in Z. China) meldt SUESS (III, 1, b. 297):

„Leclère [4]) signale... près de Hoaï-yuen, au Sud-Ouest de Kouen-lin, une arête de terrains précambriens et un culot de granite, accompagné à l'Ouest, sur le Si-kiang, par des roches précambriennes".

Doch nu keeren wij, weder onder leiding van SUESS, van Ta-li-fou naar het Z.O. terug, over Yun-Nan, Tonkin, Annam naar Cambodja.

SUESS wijst op de verdeeling der ketens (III, 1, b. 287), waarvan wij de westelijke, de Birmaansche, van Z.O. naar N.W. en N. gevolgd zijn, en waarvan de oostelijke overgaan tot de Cordillera van Annam. Zonder in bijzonderheden te treden, moge worden vermeld, dat tusschen Ta-li-fou en Indochina de oudste gesteenten op den achtergrond treden. Eerst oostelijker, bij Lou-nan (ten O. van Yun-nan-fou) vond LECLÈRE Midden- en Boven-Devoon en verschillende etages van het Carboon en Perm (b. 296). Het verband van deze gesteenten met die van het bovengenoemde, ook door LECLÈRE gevonden, Précambrium is nog niet aan te geven. Wij lezen bij SUESS (III, 1, 1902, b. 297):

„Les relations de ces terrains anciens ne se dégagent pas encore avec netteté des documents publiés jusqu'à présent. Il n'est guère possible de dire s'ils représentent le

---

[1]) F. VON RICHTHOFEN, China, 5 dln. en een atlas.

[2]) B. WILLIS and E. BLACKWELDER, Research in China, 2 dln. en een atlas.

[3]) E. C. ABENDANON, La Géologie du Bassin rouge de la province du Se-Tchouan, Rev. Univ. des Mines, etc., Liége, 1906.

————, Structural Geology of the middle Yang-tzï-kiang gorges, Journal of Geology, Chicago, 1908.

[4]) A. LECLÈRE, Etude géologique et minière des provinces chinoises voisines du Tonkin, Annales des Mines, 1900—1901.

substratum de la plate-forme calcaire, comme auprès d'I-tchang [1]), ou s'ils font partie du massif ancien qui existe probablement dans le Sud-Est de la Chine, en formant un avant-pays indépendant des Altaïdes."

De nieuwste gegevens over een groot oostelijk deel der Chineesche provincie Yun-Nan vinden wij bij DEPRAT [2]). Wij lezen op b. 44:

„Les terrains métamorphiques ou granitiques n'apparaissent que dans le S., dans la vallée du Fleuve Rouge...

Le CAMBRIEN offre un développement énorme au Yun-nan, aussi bien dans son extension verticale qu'horizontale; les séries fossilifères sont abondantes. [3])

J'ai découvert l'ORDOVICIEN au N. d'Yi-léang. Le GOTHLANDIEN paraît représenté dans la même région...

Le DÉVONIEN complet offre un développement colossal au Yun-nan. J'ai reconnu le DÉVONIEN INFÉRIEUR. Dans le MÉSODÉVONIEN, l'EIFÉLIEN et le GIVÉTIEN sont bien caractérisés, de même que le FRASNIEN et le FAMENNIEN dans le DÉVONIEN SUPÉRIEUR.

Nous avons pu affirmer la présence du DINANTIEN, représenté par plusieurs niveaux. Le MOSCOVIEN, offre un développement énorme, ainsi que l'OURALIEN..."

De structuur van dit gebied noemt DEPRAT, in tegenstelling met LECLÈRE, zeer ingewikkeld. In het kort weergegeven, noemt hij (b. 251—260) een plaatselijke orogenetische beweging (in het zuidelijk deel van O. Yun-Nan) na het Cambrium, overigens een onafgebroken sedimentatie gedurende het Siluur, dat van Kwei-tsjoe (Kwéi-tchéou) in het O. tot Birma in het W. bestaat. Tot het Moscovien, dat sterk ontwikkeld is, gaat de sedimentatie voort. Dan volgt een hevig ante-ouralisch plooiingsproces, en het Ouralien rust discordant op de oud-palaeozoïsche gedenudeerde plooien. Op het einde van den permischen tijd, wanneer de marine sedimentatie een eind neemt, en vóór de afzettingen van het Beneden-Trias, vindt een sterke epirogenetische beweging plaats. Voorts lezen wij op b. 252:

„La dernière phase principal de plissement, dont l'intensité a été véritablement très grande, est la phase de dislocation posttriasique dont les effets ont été considérables; je la considère avec M. Lantenois comme une phase himalayenne: (b. 257) l'ensemble du Yun-nan est alors plissé d'une façon très énergique, les charriages y prennent une amplitude très grande et la région du haut Fleuve Bleu (Yang-tsé-kiang), prolongement sud du Yung-ling-chan, est charriée sur la région yunnannaise."

De laatste bewegingen zijn ontstaan door de opheffing, welke Yun-Nan tot de aanzienlijke hoogte boven zee van heden ten dage bracht. Zij vonden plaats in het Pliopleistoceen. De verschijnselen van anticlinale distractie, welke aanleiding gaven tot het ontstaan van belangrijke slenken en ketelbreuken, komen zoo volkomen overeen met de pliopleistoceene verschijnselen, welke ik in Midden Celebes onder het grootplooi-proces heb samengevat, dat ik in het geheel niet aarzel de jongste epirogenetische bewe-

---

[1]) Gelegen aan de Yang-tse-kiang, waar deze rivier van haar midden- in haar benedenloop overgaat.

[2]) J. DEPRAT et H. MANSUY, Etude géologique du Yun-Nan oriental, Vol. I, Fasc. I, 1re partie, Hanoi-Haiphong, 1912.

[3]) Ik spatieer.

gingen van Yun-Nan geheel te identificeeren met die, welke Midden Celebes tot groote hoogte boven zee brachten.

Duidelijk is, dat de tektonische bewegingen in Yun-Nan, waar het Oud-Palaeozoïcum over zoo'n groote uitgestrektheid en dikte en met zoo'n bijzonderen rijkdom aan fossielen voorkomt, buitengewoon intensief en veelvuldig zijn geweest.

Volgen wij SUESS even naar Haï-Nan, waarvan hij schrijft (III, 1, b. 297):

„Les quelques faits que Madrolle a publiés sur *Haï-nan* montrent au centre de l'île un massif montagneux formé de granite et de schistes, le *Saï*, d'où partent dans diverses directions un certain nombre de crêtes. Une formation argilo-sableuse, rouge au Nord, jaune à l'Est, entoure ce massif."

Aldus komen wij in Indochina. In de vlakte van Tonkin worden zachte leien tot het Devoon gerekend, hoewel dit onzeker is (II, b. 277). Carbonische kalksteen komt meer voor (b. 277.) Dan volgt, langs de O.kust, de Cordillera van Annam.

J. DEPRAT [1]) vond in N. Annam bij Ben-Thuy het Ordovicien, en meent, dat dit niveau zonder twijfel nu ook in Tonkin en Laos zal worden gevonden. Ook het Devoon en het Dinantien zijn daar aanwezig, terwijl het Ouralien weder transgredeert (net als in Yun-Nan) over een ouder-palaeozoïsch, geplooid en gedenudeerd gebied.

Tegenover de noordelijke Shan-Staten in het W. van het in oogenschouw genomen gebied in Z.O. Azië, ligt hier dus in het O. het zuidelijkste terrein, waar oud-palaeozoïsche fossielen werden gevonden.

SUESS deelt mede (III, 1, b. 297), dat BEL van Tourane (aan de O.kust van Annam op 16° 10′ N.Br.) de Cordillera W.waarts gekruist heeft. Zij bestaat daar uit verschillende coulissen van dioritische en granietische gesteenten, vervolgens uit gneis en kristallijne schisten, en eindelijk uit jongere vormingen (II, b. 275 en III, 1, b. 297). De granietische gesteenten zetten zich van 14° N.Br. naar het Z. langs de kust voort tot kaap St. Jacques ten Z.O. van Saïgon, en zij moeten het Z. einde vormen van een zeer lange reeks, welke naar het N. zich voortzet tot het graniet-plateau van Laos (II, b. 275). En zoo zijn wij weer bij het oude lage massief van Cambodja en de Mékong-delta in Cochinchina aangeland.

Halen wij ten slotte het résumé aan, dat SUESS geeft (III, 1, b. 298 en 301):

„Puis les chaînes, en s'avançant vers le Sud, sont encore une fois divisées par le massif du Cambodge, qui surgit dans l'intervalle . . . Le groupe occidental s'étend à travers la Birmanie jusqu'à la près qu'île malaise et le groupe oriental se suit du Yun-nan au Tonkin. Déjà, entre Ta-li-fou et Young-tchang-fou, on constate que les chaînes ont une tendance à s'écarter, et cette disposition s'accentue dans le bassin du Mékong. En même temps, les altitudes diminuent vers le Sud. . .

La partie occidentale des hautes coulisses du Yun-nan se prolonge dans la direction

---

[1]) Sur la découverte de l'Ordovicien à *Trinucleus* et du Dinantien dans le Nord-Annam etc., Comp. Rend. Ac. d. Sc., 28-5-12, T. 154, p. 1452—1454.

du Fleuve Rouge et de la Kivière Noire; selon toute apparence, la Cordillère de l'Annam doit aussi être attribuée à ce groupe. La partie orientale s'abaisse sous le grand plateau calcaire du Koueï-tchéou, du Sud-Est du Yun-nan et de l'Ouest du Kouang-si, de la même façon que les coulisses du Nord-Est de la Birmanie disparaissent sous le plateau calcaire des États Shans. De même que là, les calcaires sont également plissés et le plateau doit sa configuration à l'abrasion. C'est ce qu'ont constaté Middlemiss en Birmanie et Bourne dans le Koueï-tchéou. On retrouve d'ailleurs ces calcaires percés de grottes dans les intervalles qui séparent les contreforts des montagnes, par exemple dans la plaine de Sé-mao [1]). *D'une façon générale, le haut pays karstique des États Shans, en Birmanie, de même que la grande région calcaire du Sud-Ouest de la Chine, semble représenter la retombée du manteau sédimentaire plissé que l'érosion a fait disparaître au sommet des hautes chaînes, mais qui, dans les parties moins élevées, s'est maintenu á l'état de plateaux arasés, sous lesquels ces chaînes vont se perdre.*

C'est ainsi que se décompose peu à peu, à l'orient du Tibet, la large intumescence des Altaïdes. Tout s'abaisse. De nombreuses coulisses disparaissent. Seuls quelques faisceaux allongés se poursuivent, à l'Est jusqu' à la Cordillère de l'Annam, et à l'Ouest, en donnant sans cesse naissance à de nouvelles coulisses, à travers la presqu' île malaise et même jusqu'au delà de Java."

En hiermede is dan de overgang van Z.O. Azië naar den Ned. Ind. Archipel nu aangegeven.

Evenals Australië in het Z.O. vormen in het N.W. van dien Archipel, Cochinchina en Tonkin zeer oude plateaux (I, b. 607).

Daartusschen treffen wij de massieven aan van graniet in Z.W. Borneo, dat de plooien van O. Borneo scheidt in één naar het W. en één naar het Z. verloopende zone, en van graniet, gneis en kristallijne schisten in Midden Celebes, en de horsten van Boeroe en Ceram, welke met andere ongetwijfeld ook deel uitmaken van een oud massief (Suess, III, 3, b. 1036).

En eerst van af 22° Z.Br. langs de O.kust van Australië naar het Z., en van de noordelijke Shan-Staten, N. Annam en Yun-Nan naar het N., strekken Siluur en Devoon zich uit. Doch terwijl het aan den Z. kant niet voorkomt, vindt men aan den N. kant noordelijker ook het Cambrium, zoodat daardoor het Precambrium duidelijk als zoodanig te herkennen is. Het Cambrium speelt ten Z. en vooral ook ten N. van den Tsing-ling-chan een zeer groote rol.

Doch in het tusschengelegen gebied, waartoe ook de Archipel behoort, komen op vele plaatsen wel oude kristallijne gesteenten voor den dag, maar nergens werden tot nog toe oud-palaeozoïsche fossielen [2]) gevonden.

[1]) Sz-mau, ten O. van de Mékong, in Z.W. Yun-Nan gelegen.

[2]) Zie W. C. Klein, Een vermoedelijk devonische Trilobietenfauna in Ned. Indië nabij Kaloeë (afd. Tamiang, Z.O. Atjeh), Kon. Akad. v Wetensch. te Amsterdam, 25-2-16, dl. XXIV, b. 1080—1084.

Dr. P. Tesch, die deze fauna nader bestudeerde, schreef mij evenwel, dat zijn onderzoek hem tot de overtuiging had gebracht, dat men te doen heeft met Onder-Perm (of hoogstens met Boven-Carboon).

De oud-palaeozoïsche gesteenten, welke het evengenoemd gebied omranden, zijn zeer sterk geplooid. De geometamorphe omstandigheden zijn daar, waar zij door hunne fossielen als zoodanig zijn aangetoond, *zeker niet minder sterk geweest* dan in het tusschengelegen gebied, dat zich van ± 20°N.Br. over Z.O. Azië, den Ned. Ind. Archipel en Nieuw-Guinea uitstrekt tot ± 22° Z. Br. in Australië.

Is het nu aannemelijk, dat in dit uitgestrekte, zij het ook zeer verbroken gebied, waarvan de uitbreiding in Z.W.—N.O. richting niet bekend is, alle eenmaal aanwezig geweest zijnde oud-palaeozoïsche fossielen verdwenen zouden zijn? Welke bijzondere omstandigheden, die niet gelden voor de ketengebergten van Z.O. Azië en O. Australië zouden kunnen worden aangevoerd om een dergelijk verdwijnen plausibel te maken? Is het dan niet veel aannemelijker het indirecte bewijs der afwezigheid van fossielen onder deze omstandigheden aan te merken als een krachtig argument voor de hypothese, dat zij er nooit geweest zijn?

Is het ook niet merkwaardig, dat de boven-carbonische en permische transgressie over het geplooide en oud-palaeozoïsche gebergte, welke geconstateerd werd zoowel in het N.W. (in Z.O. Azië) als in het Z.O. (in O. Australië), ook zoo duidelijk uitkomt op vele punten in het tusschengelegen gebied (bijv. W. Sumatra en Timor), waar oud-palaeozoïsche fossielen niet werden gevonden?

Wij moeten uit al het voorgaande tot de volgende gevolgtrekkingen komen:

1. De gneizen, glimmerschisten, fyllieten en de echte oude leien (dus onder aftrek van gesteenten, welke nader zullen blijken er niet toe te behooren) moeten archaeische en precambrische gesteenten zijn.

2. Zij stelden eenmaal een vóór-cambrisch continent te zamen, dat zich over minstens ± 45° breedtegraden, tusschen de keerkringen, van Z.O. Azië tot O. Australië uitstrekte. Zijn voortzetting van Z.W. naar N.O. is onbekend tengevolge van de tegenwoordige landonderbrekingen door den Indischen en den Pacifischen Oceaan, maar in elk geval moet het naar het Z.W. verder gereikt hebben dan Sumatra en naar het N.O. dan de Philippijnen, aangezien in die randgebieden nog geen oud-palaeozoïsche fossielen werden gevonden.

3. O.-W. gestrekte bergketens moeten in dit oudste continent een groote rol hebben gespeeld, vooral in het midden, ten N. en Z. van den aequator.

4. Tegen dit continent, waarop eventueel landafzettingen gevormd werden, zetten zich in het N. het Cambrium af; in het Z. wordt dit niet meer gevonden; men kan zich denken dat het aanwezig geweest is ten Z. van Australië, waar thans de oceaan zich uitstrekt.

5. In het N. veel verder Z.waarts, en in het Z. ver naar het N., transgredeerden Siluur, Devoon en Onder-Carboon (met een para-discordantie) over het oude continent.

6. Daarop vond een plooiing plaats dezer oud-palaeozoïsche sedimenten. Randketens werden om het oude continent gevormd, in tektonische beteekenis overeenkomend met de tertiaire Cordilleren.

7. Denudatie en abrasie volgden in het Midden-Carboon.

8. Daarop strekte zich de boven-carbonische en onder-permische transgressie uit (met een echte discordantie), niet alleen over de oud-palaeozoïsche randketens, maar ook over het oudste continent zelve.

Dit continent nu, dat als zoodanig gedurende het Oud-Palaeozoïcum bestaan moet hebben, zou ik willen noemen: AEQUINOCTIA.

Met het Permo-Carboon begint in het gebied van den Ned. Ind. Archipel de verbrokkeling van dit oudste continent. Deze geweldige aftakeling van een groot continent moet gedurende het Mesozoïcum en het Tertiair zijn voortgang hebben gevonden; en zoo werd het zeer oude continent allengs tot een der meest bewegelijke gedeelten der aardkorst. En het is in dit verband wel interessant om op te merken, dat, moge ook een onafgebroken sedimentatie van toen, gedurende het Mesozoïcum en het Tertiair, tot heden ten dage, in verschillende deelen, hebben plaats gehad, het gebied van den Archipel nergens de geweldige ontwikkeling van het Mesozoïcum vertoont, welke bijv. uit de Alpen bekend is. Integendeel, volledige series komen eigenlijk nergens voor. Ook deze omstandigheden laten zich m. i. het best verklaren in verband met een voortgaande verbrokkeling van een oorspronkelijk continentaal gebied.

Stellen wij ten slotte de vraag: Is het waarschijnlijk, dat nog oud-palaeozoïsche fossielen in dit gebied gevonden zullen worden? Zal het met AEQUINOCTIA gaan als met NEUMAYR's jurassisch Sino-australisch Continent?

Door de vele onderzoekers, die op vele verschillende plaatsen, in het, in NEUMAYR's tijd nog zoo onbekende, gebied hebben gewerkt, zijn in den loop der jaren, zooals wij zagen, in een welhaast ononderbroken serie, alle etages gevonden van het Boven-Carboon tot het recente tijdvak. Oudere fossielen zijn evenwel, niettegenstaande alle oplettendheid en inspanning tot heden niet gevonden, hoewel de pre-bovencarbonische gesteenten over groote uitgestrektheden en vaak met zeer gunstig aangelegde natuurlijke insnijdingen voorkomen. Ik acht het dan ook voorshands waarschijnlijk, dat de hypothese van het bestaan van het oud-palaeozoïsche AEQUINOCTIA zal kunnen standhouden.

's GRAVENHAGE, Mei 1916.

[illegible]

[illegible] Deel I. [illegible]

[illegible]

[illegible] Deel 2. [illegible]

[illegible]

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA

3 0112 077521927

ZEVENDE STUK (f [illegible]).

B. G. Escher, De [illegible] [illegible]

J. Versluys, De [illegible] [illegible]

R. D. M. Verbeek, Opgave van geschriften over Geologie en Mijnbouw van Nederlandsch Oost-Indië. Tweede vervolg [illegible]

Geologische Serie. Deel II. [illegible]

EERSTE STUK (f 2.—).

W. C. Klein, Het Diluvium langs de Limburgsche Maas. [illegible]

TWEEDE STUK (f 1.—).

C. G. S. Sandberg, Over het verband tusschen [illegible]

DERDE STUK (f 0.50).

R. D. M. Verbeek, Opgave van geschriften over Geologie en Mijnbouw van Nederlandsch Oost-Indië. Derde vervolg. [illegible]

Geologische Serie. Deel III.

J. F. van Bemmelen, [illegible]

J. H. Bonnema, Is de kennis der Recente [illegible] studie der Palaeontologie?

J. Botke, [illegible]

H. A. Brouwer, Geologische Verkenningen in de Oostelijke Molukken.

M. H. Caron, Het Zwavelvoorkomen van den Kawah [illegible]

N. Wing Easton, Het Celebes-Probleem.

B. G. Escher, Beschouwingen over het [illegible]

C. Th. [illegible]

E. C. N. van Hoepen, [illegible]

W. N. [illegible]

U. J. [illegible]

E. C. Jul. Mohr, [illegible]

L. Rutten, [illegible]

A. L. W. E. van der Veen, [illegible]

E. C. Abendanon, [illegible]